

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

ÉTAT FRANÇAIS

PUBLICATIONS DU SECRÉTARIAT D'ÉTAT À L'AGRICULTURE

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DES SERVICES SCIENTIFIQUES DE L'AGRICULTURE

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

DIRECTION SCIENTIFIQUE :

- E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique;
E. FOËX, directeur honoraire de la Station centrale de Pathologie végétale;
G. ARNAUD, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale;
CH. CRÉPIN, directeur de la Station centrale d'Amélioration des Plantes;
B. TROUVELOT, directeur de la Station centrale de Zoologie agricole;
M. RAUCOURT, directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

Service de la Documentation, Centre National de Recherches agronomiques,
route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.).

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1942

LES RAPPORTS

ENTRE

LES TRAITEMENTS ARSENICAUX ANTIDORYPHORIQUES

ET LE GIBIER.

NOUVELLES ÉTUDES

par A. CHAPPELLIER et M. RAUCOURT

avec le concours

du Service de la Chasse à la Direction générale des Forêts, du Comité National de la Chasse
et de Propriétaires de chasses.

SOMMAIRE.

Introduction.....	2
<i>Première partie : LES ENQUÊTES.</i>	
1° ENQUÊTE PRÉLIMINAIRE (E. P.).....	6
2° COMPLÉMENT D'ENQUÊTE 1938 (C. E.).....	8
3° ENQUÊTE 1939 (E. 39).....	9
4° LES POUDRAGES ARSENICAUX.....	12
5° RENSEIGNEMENTS DE SOURCES DIVERSES :	
Comparaison avec les enquêtes.....	15
6° QUESTIONS CONNEXES :	
Danger des arsenicaux pour les animaux domestiques.....	16
Danger des arsenicaux pour l'homme.....	16
La strychnine et le gibier.....	17
Les tendances dans l'emploi des produits arsenicaux et non arsenicaux.....	17
Les oiseaux-gibier et les autres oiseaux contre le Doryphore.....	18
Le gibier mange-t-il des feuilles de pomme de terre ?.....	18

Deuxième partie : LES RECHERCHES.

1° OBSERVATIONS SUR LES OISEAUX-GIBIER :	
Perdreux et faisandeaux du Centre national de Recherches agronomiques.....	18
Les perdreaux et les faisandeaux en présence du Doryphore, larves et insectes parfaits..	20
Jeunes perdreaux sur des chasses.....	20
Perdrix adultes entravées dans des enclos.....	21
Perdrix libres sur une chasse.....	22
2° ANALYSES TOXICOLOGIQUES ET EXAMEN VÉTÉRINAIRE.....	23
3° DÉTERMINATION DES DOSES MORTELLES :	
Perdreux jeunes.....	25
Faisandeaux.....	25
Faisans adultes.....	26
Comparaison entre les différents oiseaux.....	29
4° REJETS BUCCAUX CHEZ LES FAISANS.....	29
5° POSSIBILITÉS D'EMPOISONNEMENT DANS LA PRATIQUE.....	30
6° RECHERCHES SUR LA TOXICITÉ DES EAUX DE RUISSELLEMENT :	
Essais avec pluie artificielle.....	31
Essais avec pluie naturelle (Expériences de M. MARCEL.).....	36
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.....	38

INTRODUCTION.

En 1932, la question Arsenic-Doryphore-Gibier avait été inscrite au programme des Laboratoires des Vertébrés et de Phytopharmacie du Centre national de Recherches agronomiques de Versailles.

Les études comportèrent :

— une enquête par questionnaires envoyés aux Préfectures, aux Directions des Services agricoles, aux Fédérations départementales de chasse, aux Services forestiers, avec communiqués aux Revues de chasse, à la Presse et à la Radio d'État;

— une enquête sur place, dans 14 départements du Centre, où furent visitées les Préfectures, les Directions des Services agricoles, les Fédérations de chasse et ceux de leurs adhérents qu'elles avaient signalés comme pouvant documenter;

— des recherches de Laboratoire sur la sensibilité du petit gibier aux arsenicaux : Lapin, Lièvre, Perdreaux gris adultes;

— des constatations sur l'appétence de la Perdrix grise pour les larves de Doryphore.

Les conclusions furent les suivantes :

— expériences et enquêtes montrent que l'empoisonnement des Lièvres, Lapins et Perdrix, au cours ou à la suite des traitements normaux effectués contre le Doryphore, doit revêtir un caractère tout à fait exceptionnel. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ A. CHAPPELLIER ET M. RAUCOURT. — Les traitements insecticides arsenicaux sont-ils dangereux pour le gibier et pour les animaux de la ferme? *Annales des Epiphyties et de Phytogénétique*, tome II, fasc. 2, 1936, p. 191-252.

Un résumé sur quatre pages a été largement diffusé dans les milieux de la chasse et de l'agriculture. Son texte donnait, en quelques lignes, des «instructions et conseils» aux cultivateurs qui ont à défendre leurs pommes de terre contre le Doryphore et à ceux qui veulent employer des arsenicaux.

Au bas de la dernière page, on avait écrit :

«Si vous constatez des faits nouveaux sur l'empoisonnement du gibier ou des volailles, avertissez sans attendre : Station des Vertébrés, Étoile de Choisy, route de Saint-Cyr, à Versailles (Seine-et-Oise).»

— les quelques cas de mortalité de gibier qui nous ont été signalés n'avaient presque jamais donné lieu à vérification toxicologique. Ils sont d'ailleurs très peu nombreux et ne correspondent nullement aux hécatombes de gibier dont on a parlé dans la presse. Le nombre des cadavres trouvés ne dépasse pas le chiffre d'une mortalité normale. Il suffit qu'un traitement arsenical ait été effectué pour qu'aussitôt on attribue au poison la mort du Lièvre ou de la Perdrix ramassés dans le champ voisin.

— malgré un appel répandu dans tous les départements, et surtout dans les milieux de chasse, nous n'avons reçu, pendant la période des traitements arsenicaux, que 11 cadavres d'animaux-gibier et d'oiseaux de basse-cour. Le contrôle toxicologique nous permet d'affirmer que, dans aucun cas, il n'y avait eu empoisonnement par l'arsenic.

En 1936, alors que le travail de MM. RAUCOURT et CHAPPELLIER était à l'impression, le Saint-Hubert-Club de France renouvela le vœu qu'il avait émis en 1934 et repris en 1935, pour demander :

« Que soient activement poursuivies les études entreprises au Ministère de l'Agriculture en vue de déterminer les poisons qui peuvent être employés pour la destruction des animaux nuisibles à l'agriculture, sans danger pour le gibier et pour les oiseaux utiles ;

« Que ces études soient étendues aux insecticides. »

Au cours des deux années suivantes, 1937 et 1938, des plaintes furent à nouveau formulées. A partir de l'ouverture de la chasse, en 1938, très mauvaise presque partout en perdreaux, les réclamations se multiplièrent. Elles parlaient de très fortes diminutions de gibier à plume. Des compagnies de perdreaux entières avaient disparu, de nombreux cadavres de ces oiseaux avaient été trouvés. En quelques endroits, cela avait tourné au désastre, à un presque complet anéantissement.

De tout cela on n'apportait aucune preuve, ni même aucun commencement de preuve ; rien qui pût faire revenir sur les conclusions de 1936.

Cependant, il apparut aux Laboratoires de Versailles que de nouvelles recherches pouvaient être motivées par le fait que la situation doryphorique avait évolué. L'invasion qui, en 1935, ne couvrait qu'un peu plus de la moitié de la France, s'étendait maintenant sur la presque totalité du territoire ; elle avait atteint des régions nouvelles au point de vue climat, agriculture et chasse (fig. 4). Dans bon nombre de départements du Centre, l'intensité de l'invasion s'était accrue et les traitements avaient dû être largement développés. L'extension de l'emploi des produits antidoryphoriques avait pu créer des conditions particulières et l'accroissement du tonnage arsenical (plusieurs milliers de tonnes) avait pu augmenter les chances d'accidents, s'il devait s'en produire.

Les poudrages arsenicaux, intéressants par l'économie qu'ils procurent, s'étaient développés depuis 1936, et les premières recherches des Laboratoires n'avaient pu envisager ce mode de traitement.

Enfin, depuis plusieurs années, le commerce avait développé la préparation de succédanés des arsenicaux : fluosilicate de baryum, puis poudre de Derris, qui ont peu d'action sur les animaux à sang chaud. Un des grands arguments pour la vente de ces produits avait été leur innocuité vis-à-vis du gibier, et on pouvait craindre que la réputation de nocivité des arsenicaux pour le gibier n'ait été souvent développée dans un but non désintéressé.

On se trouvait donc en face de différences avec 1936, suffisamment accentuées pour qu'on estimât opportun de voir, par de nouvelles recherches, si, dans certains cas particuliers, les règles générales précédemment fixées ne se trouvaient pas en défaut.

On pensa qu'il fallait élargir les essais de laboratoire en les transportant, dans la mesure du possible, sur le terrain, dans des chasses. On devrait s'efforcer d'obtenir une participation directe et active des chasseurs à l'établissement et à la réalisation d'un programme d'où sor-

tiraient des conclusions pouvant être considérées comme définissant, avec le maximum de valeur, l'action pratique des produits arsenicaux sur le gibier.

Guidé par ces conclusions, M. LE MARIÉ, Président du Comité national de la chasse, s'adressa le 23 septembre 1938 à M. BRASART, Directeur de l'Agriculture au Ministère de l'Agriculture. Dans sa lettre, il exposait la situation, rappelait l'avis des Services de recherches du Ministère sur l'opportunité de poursuivre les études déjà effectuées. Il concluait : « L'ampleur du travail et la coordination des efforts entre les divers spécialistes intéressés et nous-mêmes, nous a incité à provoquer la création d'un *Comité directeur d'Etudes et de Recherches relatives à la destruction du gibier par les traitements arsenicaux du Doryphore.* »

Le Comité national de la chasse s'engageait à compléter la participation des Laboratoires officiels et à leur apporter l'appui financier, sans lequel rien n'aurait pu être entrepris.

Le Comité d'Études ⁽¹⁾ tint, le 25 novembre 1938, une première séance, au cours de laquelle fut décidé du programme des recherches qui allaient s'ouvrir. Elles débuteraient par une « Enquête préliminaire », qu'on ferait, si nécessaire, suivre de contre-enquêtes complémentaires ; les recherches viendraient s'appuyer sur les renseignements recueillis.

Au mois de février 1939, le 15, deuxième réunion du Comité d'études, pour prendre connaissance du rapport de son Secrétariat sur les résultats et sur les conclusions de la première enquête. La suite et la direction à donner aux travaux furent envisagées et le Comité chargea M. l'Inspecteur général VILLENAVE et quatre membres de rechercher et de visiter des chasses où pourraient être organisées des expériences.

Les visites eurent lieu le 30 mars, dans quatre centres cynégétiques : la chasse du Comte de FELS, près de Rambouillet ; la chasse de la ferme du Bucq, à Marcq (Seine-et-Oise) ; à Beynes (Seine-et-Oise), la chasse de M. DAVID-WEILL ; des chasses communales et particulières sur le territoire d'Us (Seine-et-Oise).

En plein accord avec les intéressés, on posa le principe des essais qu'ils voulaient bien permettre et surveiller.

Des poussins de Faisan et de Perdrix seraient nécessaires aux recherches, et les Laboratoires ne pouvaient songer à les élever eux-mêmes. Ils furent promis, les uns par M. BÉCHU, garde-chef du Comte de FELS, les autres par M. VIDRON, Inspecteur des Eaux et Forêts, Directeur des chasses présidentielles de Rambouillet.

Si le Comité d'Études a pu réunir l'ensemble des faits, base de ses conclusions, il le doit à tous ceux qui lui ont apporté leur concours. Nous ne les citerons pas ici, le nom de ces collaborateurs devant se trouver en meilleure place dans les paragraphes auxquels ils ont contribué ; qu'ils reçoivent dans ces lignes la simple, mais très vive expression de notre gratitude.

La documentation tout entière avait été recueillie avant que notre pays se trouvât, à nouveau, entraîné dans la souffrance et la douleur. C'est dans les premiers mois de la tourmente, avant la fin de 1939 qu'ont été réunis, collationnés et rédigés les travaux du *Comité directeur d'Etudes et de Recherches relatives à la destruction du gibier par les traitements arsenicaux du Doryphore.*

⁽¹⁾ Président : M. LE MARIÉ, Président du Comité national de la chasse.

Vice-Président : M. VILLENAVE, Inspecteur général des Eaux et Forêts, détaché au Comité national de la chasse.

Secrétaires : MM. A. CHAPPELLIER, Directeur honoraire de la Station centrale de zoologie agricole et MERVEILLEUX DU VIGNAUX, Inspecteur des Eaux et Forêts, membre de la Commission de chasse.

Membres : M. BROCHART, Conservateur des Eaux et Forêts, chef du 1^{er} bureau, Direction générale des Eaux et Forêts ; M. BUCHER, Inspecteur général de l'Agriculture, chef du Service de la police sanitaire des végétaux ; M. GARNIER, Directeur des Services agricoles de Seine et de Seine-et-Oise ; un représentant de l'assemblée permanente des Présidents des Chambres d'agriculture : M. HARENT Sénateur de la Somme ; un représentant des membres de l'Académie d'agriculture : M. le comte DELAMARRE DE MONCHAUX ; M. RAUCOURT Directeur du Laboratoire de phytopharmacie ; docteur THIERRY, Président d'une Fédération départementale de chasse ; M. TROUVELOT Directeur de la Station centrale de zoologie agricole, chargé du Laboratoire de campagne du Doryphore.

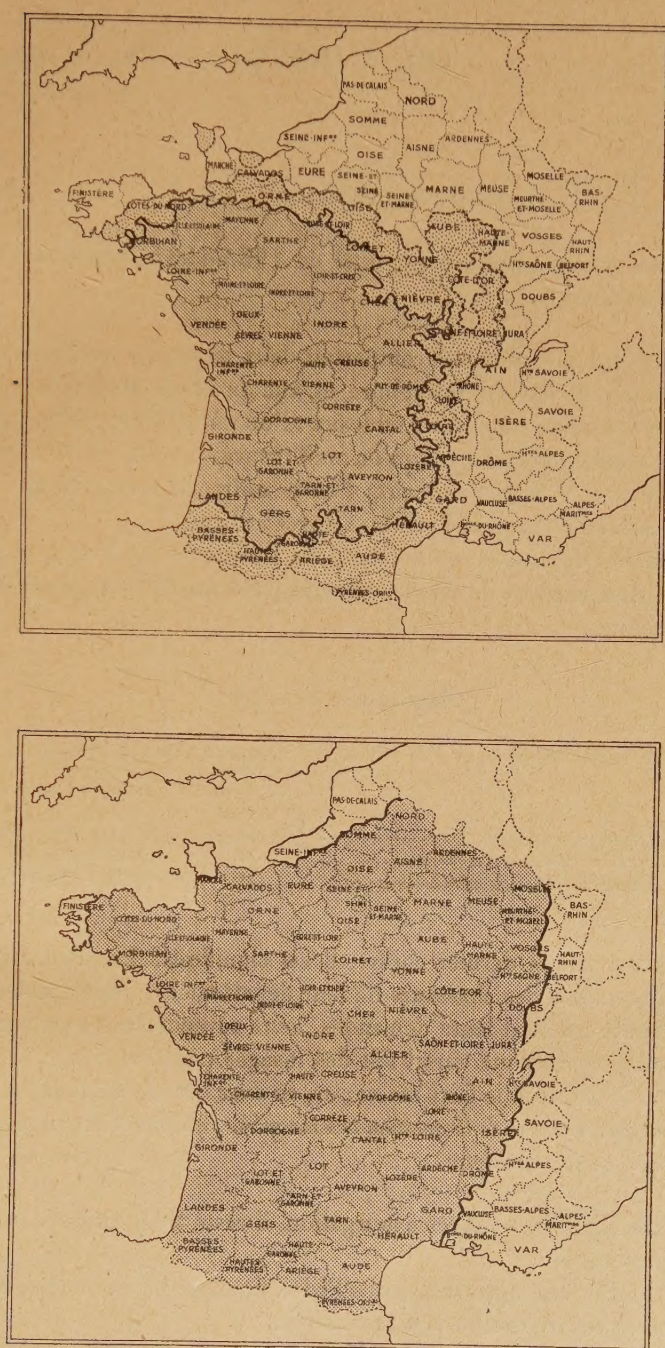


FIG. 1. — Étendue comparée de l'invasion doryphorique.
Carte du haut : en 1935. Le grisé extérieur est la zone de surveillance sur laquelle
ont été effectués des traitements arsenicaux de protection.

Carte du bas : à la fin des traitements de 1937.

(Documentation fournie par la Station de zoologie agricole de la Grande Ferrade, près Bordeaux.)

LES ENQUÊTES

I. Enquête préliminaire (E. P.).

Cette enquête, presque calquée sur celle de 1934-1935, bénéficia de l'expérience précédemment acquise.

a. *Dispositif*. — Le questionnaire comportait deux pages. La première était relative à l'importance de l'invasion du Doryphore et aux produits employés pour combattre l'insecte. Sur la deuxième page, deux tableaux : l'un pour inscrire mois par mois, d'avril à septembre, le nombre des cadavres qu'on avait trouvés des différentes espèces de gibier, des petits oiseaux et d'autres animaux; l'autre cadre était réservé aux « tableaux de chasse » de 1937 et 1938, pour Perdrix, Lièvres et Lapins.

Ce questionnaire fut adressé, en nombre, aux Directeurs des Services agricoles et aux Fédérations départementales de chasse, accompagné d'une lettre explicative du Président du Comité d'Études.

Participation à l'enquête.

	NOMBRE DE DÉPARTEMENTS.	
	AYANT RÉPONDU.	N'AYANT PAS RÉPONDU.
Agriculteurs, chasseurs, divers.....	67	22 (1/3 environ)
Directions des services agricoles.....	35	55 (2/3 environ)
Fédérations départementales de chasse.....	31	58 (2/3 environ)

On doit insister sur le dernier chiffre, il est significatif. Les Fédérations, en effet, représentent l'ensemble des chasseurs de leur département; elles connaissent et transmettent au Comité national leurs demandes, leurs revendications et leurs plaintes. Là où l'arsenic antidoryphorique aurait fait des ravages parmi le gibier, la Fédération ne peut pas ne pas le savoir et le faire savoir; or, *les deux tiers des Fédérations départementales se sont à ce point désintéressées de la question arsenic-gibier, qu'elles n'ont même pas pris la peine d'accuser réception de la circulaire.*

b. *Nombre des Réponses*. — Après expurgation, il reste 263 véritables participations à l'enquête préliminaire.

En dehors des Services agricoles et des Fédérations de chasse, nous avons 198 questionnaires, qui se répartissent à peu près ainsi :

Chasseurs 126

Agriculteurs 72.

La participation de la Chasse ($126 + 31 = 157$) est moitié plus forte que la participation de l'agriculture ($72 + 34 = 106$) et nous devons nous en réjouir, puisque notre étude est, avant tout, affaire de chasseurs et de gibier.

c. *Examen des réponses aux questions.* — Nous concentrons tout l'intérêt sur la question qui est l'essence même de l'enquête : *avez-vous trouvé des cadavres de gibier? Quelles espèces? en quel nombre? en quel endroit?*

Un pointage général donne la répartition des «oui» et des «non»; l'ensemble est classé dans le tableau suivant :

TABEAU 1.

*Classement des réponses OUI et NON à la question :
«Avez-vous trouvé des cadavres de gibier?»*

CATÉGORIE.	DÉSIGNATION.	OUI.	NON.	TOTAL.
Chasse.....	Fédérations départementales de chasseurs....	4	15	19
	N'ayant pas répondu directement ou ayant peu ou pas de Doryphore.....	—	6	6
	Questionnaires reçus par l'intermédiaire de 6 fédérations.....	109		
	Réponses individuelles de chasseurs ..	12		
		121	30	151
Agriculture.....	Directions des services agricoles	1	33	34
	Agriculteurs	5	65	70
		40	210	250
		250		

Le total général des réponses est 263 alors que le tableau n'en porte que 250. La différence, 13, provient :

- des 6 Fédérations représentées par les 109 réponses de leurs adhérents;
- de 5 chasseurs qui ont simplement fourni les adresses de personnes à consulter;
- de 2 agriculteurs ayant donné des renseignements trop incomplets pour être classés.

Ce qui frappe immédiatement à la lecture du tableau, c'est l'énorme proportion des réponses négatives; il y a *plus de 5 non* pour *1 oui*: *84 p. 100 des questionnaires disent qu'ils n'ont pas trouvé de gibier présumé empoisonné.*

Remarques sur les «non». — A signaler que l'opinion négative des Fédérations de la Corrèze, du Doubs, de la Meurthe-et-Moselle et des Deux-Sèvres est basée sur une enquête très complète auprès de leurs Sociétés affiliées.

Dans l'Aisne, il y a eu des pertes de gibier, mais imputables à un emploi abusif de la strychnine contre les Campagnols. Enfin, dans l'Ariège, les Perdrix de 1938 ont été particulièrement abondantes.

Les Directeurs des Services agricoles apportent leurs constatations personnelles au cours des enquêtes qu'ils ont faites auprès d'agriculteurs ou de chasseurs de leur département. Dans le Gers, le gibier ne semble pas avoir diminué. S'il y a eu réduction, elle serait due au grand nombre de permis.

Cette cause vaudrait pour le Lot également. En Mayenne, on ne trouve pas plus de cadavres de gibier qu'avant l'apparition du Doryphore. Rien n'a été signalé aux directeurs de la Dordogne et du Finistère, où le faible développement du Doryphore peut fournir une explication, mais il en est de même dans d'autres départements à

plus forts traitements : Ardennes, Lot, Lot-et-Garonne, Marne, Haute-Saône, Saône-et-Loire, Savoie. En Tarn-et-Garonne, Haute-Vienne et Yonne, les directeurs ont vainement demandé qu'on leur remette des cadavres de gibier.

La plupart du temps, on se heurte à des imprécisions, à des plaintes sans fondement sérieux, à des racontars qu'il est impossible de vérifier quand on cherche à remonter à leur source (Ardennes, Côte-d'Or, Drôme, Loir-et-Cher, Haute-Loire, Meurthe-et-Moselle, Haute-Saône, Deux-Sèvres).

L'Yonne complète ses remarques en ajoutant que la publicité faite en faveur des traitements « inoffensifs » ne serait peut-être pas étrangère à la prétendue multiplication des cadavres de gibier.

Remarques sur les « oui. » — Peu importantes quant au nombre, les réponses positives sont, pour quelques-unes, assez alarmantes; aussi, dès qu'il eût connaissance du dépouillement de l'enquête préliminaire, le Comité d'études décida-t-il que, sans tarder, on chercherait à s'informer plus amplement auprès des personnes dont les questionnaires étaient les plus caractérisés en oui. Ce fut l'objet du *Complément d'enquête 1938*, suivi à son tour, pour quelques réponses particulières, d'un nouvel approfondissement par l'enquête 1939.

Des quatre *Fédérations départementales* qui se placent parmi les réponses oui, deux se retrouveront à l'enquête 1939 (Gironde et Tarn) et la troisième aux poudrages arsenicaux (Loire). Quant à celle des Ardennes, elle figure ici au bénéfice du doute. Son président « présume » simplement que les arsenicaux antidoryphoriques ont été des plus nuisibles pour le gibier. Il constate que, dans les endroits où l'arséniate de plomb n'a pas été employé, « en général » la proportion de perdreaux n'a pas changé et il conclut : « c'est donc ce qui prouve bien ».

Parmi les chasseurs ayant répondu oui, l'un ne parle que de morts de lapins. D'autres signalent que les compagnies de perdreaux « fondent », sont réduites soudain de moitié ou disparaissent presque complètement ou totalement; cette diminution, dit un questionnaire, « paraît coïncider » avec le traitement de la pomme de terre aux arséniate. Un chasseur de l'Ain accuse surtout le plomb qui serait plus coupable que l'arsénic.

Le *Directeur des Services agricoles* de la Haute-Garonne a envoyé des questionnaires à des instituteurs : 7 réponses négatives et 3 positives. On aurait trouvé les cadavres de 18 perdreaux gris et de 53 animaux de basse-cour. Le Directeur n'ayant pas d'opinion personnelle, transmet ce qu'on lui a communiqué. Il fait seulement observer qu'une des communes qui se plaint le plus n'a eu que trois cultivateurs employant l'arsenic. Ajoutons que, sur l'ensemble du département, 2.000 hectares de pomme de terre sont traités aux arsenicaux.

Presque rien à citer de la très petite catégorie de réponses d'agriculteurs. Mentionnons un questionnaire de l'Ain qui parle de 3 Lièvres sans précision et pas autre chose, et une réponse de Seine-et-Marne, à qui on aurait pu demander plus de détails sur sa prédilection pour les produits non arsenicaux.

II. Complément d'enquête 1938 (C. E.).

M. l'Inspecteur général des Eaux et Forêts VILLENAVE, vice-président du Comité d'études demanda aux Inspecteurs des Eaux et Forêts des régions intéressées ce complément d'enquête, en recommandant qu'il fût, autant que possible, obtenu par entretien direct

avec les auteurs des réponses à l'enquête préliminaire. Un questionnaire spécial, très détaillé, fut préparé à cette occasion.

Six départements ont pu être touchés. Deux d'entre eux : Côtes-du-Nord et Loire-Inférieure se retrouvent à l'enquête de 1939, avec une partie des réponses du Puy-de-Dôme.

Charente-Maritime. — E. P. : Renseignement puisé dans un questionnaire du Loir-et-Cher : une personne de Saintes avait, deux ans auparavant, déclaré, lors de l'enquête, que les agriculteurs de sa région, tous chasseurs, préféreraient ne pas traiter la pomme de terre, afin d'épargner le gibier. Une enquête verbale est faite par le brigadier des gardes-chasses de la Fédération départementale et prouve que tout le monde traite dans la région de Saintes. Il n'y a pas de morts de gibier.

Creuse. — Deux compléments d'enquête :

1° E. P. : Diminution considérable de tous les oiseaux depuis l'emploi des arsenicaux. (Un président de société de chasse). C. E. : Sur le questionnaire détaillé, les réponses sont contradictoires ; d'un côté pas de morts trouvés, de l'autre : « raréfaction ».

2° E. P. : l'emploi des poudreuses tend à se généraliser (le secrétaire d'une Société de chasse). C. E. Rien n'en ressort de net quant au mode de traitement. Le seul gibier mort est : 4 lapins. ⁽¹⁾

Loiret. — E. P. : 54 pièces de gibier trouvées mortes : 20 perdrix grises, 4 Lièvres, 30 Lapins. On parle de 5 (!) hectares de pommes de terre traités. (Trois cultivateurs de Labrosse.) C. E. : par M. CHEVALLIER, attaché à la Commission de chasse de Paris : Il est très probable qu'il faille incriminer le blé à la strychnine, employé contre les Campagnols.

Puy-de-Dôme. — Cinq compléments d'enquête en 1938 ; les quatre premiers se retrouveront en 1939. Le cinquième est le suivant. : E. P. Les Perdeaux de repeuplement auraient disparu de la commune, sans donner de couvées et sans laisser de traces (Un président de Société de chasse). C. E. : Le questionnaire détaillé ne parle plus de morts de gibier.

III. Enquête 1939 (E. 39).

Ainsi qu'il avait été décidé par le Comité d'Études, l'enquête de 1939 a eu pour but essentiel et unique de *provoquer la recherche et l'envoi de cadavres de gibier*.

Cette campagne a débuté par une propagande, dont la figure 2 indique le schéma. Ajoutons-y deux communications faites l'une à la *Ligue nationale de défense contre les ennemis des cultures*, à Paris et l'autre à la *Société d'Histoire naturelle de Blois*. A la radio le 4 juin 1939, a parlé M^{me} FEUILLÉE-BILLOT sur « les traitements antidoryphoriques et le gibier ».

Pour ne rien laisser dans l'ombre, il fut, en fin d'année 1939, tenté un ultime sondage pour faire compléter ou renouveler les renseignements envoyés par quelques

⁽¹⁾ La Creuse est le département où les poudrages arsenicaux ont été mis au point sur une grande échelle ; ils y sont pratiqués très largement depuis 1935 et n'ont jamais donné lieu à aucune observation défavorable au point de vue de l'hygiène.

personnes ayant répondu à l'enquête préliminaire, et dont les déclarations avaient été mises en évidence par leur examen plus approfondi au moment de la rédaction du rapport final.

Cette seconde partie des enquêtes 1939 a concerné 3 Fédérations départementales de chasse et 16 chasseurs. Les Fédérations de chasse et les personnes touchées l'ont été par un questionnaire, restreint au cas envisagé. Lorsque cela parut nécessaire, on jo-

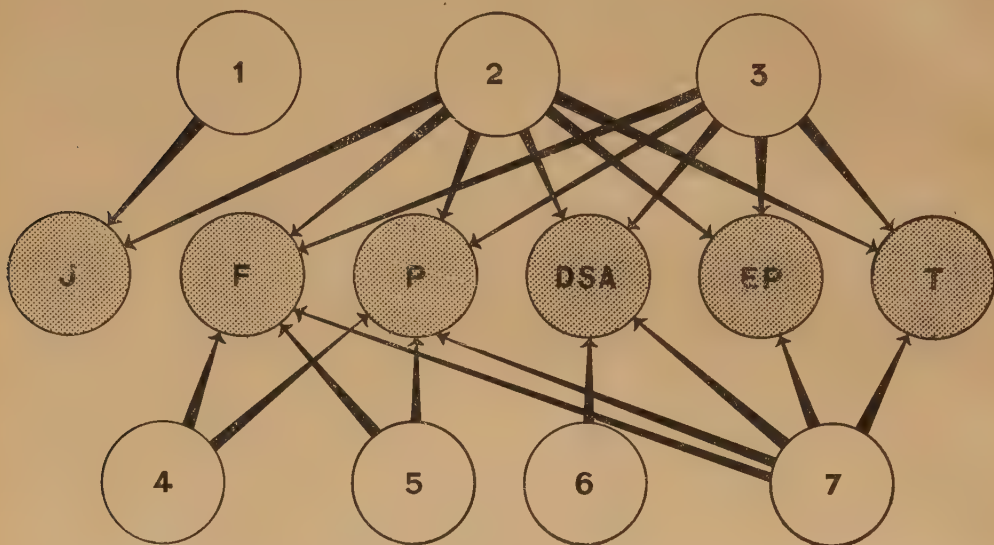


FIG. 2. — Dispositif de la propagande pour l'enquête de 1939.

(Lettres : correspondants touchés. — Chiffres : moyens employés.)

J. Grands journaux de Paris et de province. — F. Fédérations de chasse. — P. Propriétaires de chasse. — DSA. Directions des services agricoles. — EP. Toutes personnes ayant répondu à l'enquête préliminaire. — T. Trente personnes ayant trouvé des cadavres de gibier (réponses à l'enquête préliminaire).

1: Lettre et texte d'un «communiqué». — 2. Radio d'État. — 3. Fiche signalétique destinée à accompagner les envois de cadavres de gibiers. — 4. Revue du Comité national de la chasse (Organe officiel du Comité d'études). — 5. Bulletins et revues de chasse. — 6. Questionnaire spécial. — 7. Lettre particulière.

gnit une lettre personnelle, marquant le détail qu'on désirait plus particulièrement recevoir. Une enveloppe officielle permettait réponse avec franchise postale.

Quel a été le résultat des deux enquêtes de 1939 :

Pas un propriétaire de chasse n'a répondu.

Pas une Fédération de chasse n'a envoyé un renseignement nouveau.

Pas un Directeur de Services agricoles n'a répondu.

Pas un des participants à l'enquête préliminaire n'a doublé, et, chose plus typique encore:

Pas un des découvreurs de cadavres de 1938 ne nous a fait parvenir le moindre gibier mort.

Ce silence n'équivaut-il pas à un non général? à un non d'autant plus significatif

qu'il a été exprimé en un moment où les traitements antidoryphoriques battaient leur plein.

TABEAU 2.

Résultats des enquêtes 1939 comparés à ceux de 1938.

QUALITÉ.	ENQUÊTES DE 1938. ENQUÊTE PRÉLIMINAIRE (E. P.). ENQUÊTE COMPLÉMENTAIRE (S. G.).	ENQUÊTE 1939.
Fédération.....	Cite des chiffres de mortalité de gibier (Gironde).....	Pas de réponse.
Chasseurs	«10 perdrix mortes et des lièvres» (Rhône). — «Les compagnies fondent» (Calvados). — «Il ne reste presque plus de lièvres et de perdreaux» (Rhône). Indiquent une perte de gibier mais très faible. En 1939, on les questionne pour voir s'il y a eu modification assez importante (Rhône). Demande qu'on remplace l'arsenic par un produit «aussi efficace et moins dangereux pour le gibier» (Seine-et-Marne). Plaintes vives, lors du complément d'enquête 1938 (C. E.): «2 ou 3 compagnies trouvées mortes» (Puy-de-Dôme). — «20 perdrix environ» (Puy-de-Dôme). — Une quarantaine de perdrix grises trouvées par 5 et 8 dans les champs traités à l'arséniate de plomb ou de cuivre (Côtes-du-Nord). — Très fortes pertes (Puy-de-Dôme).	
Fédération.....	«L'arsenic est un remède pire que le mal» (Tarn).....	
Chasseurs	«Il n'est pas douteux» (c'est le répondant qui souligne) que l'arsenic a détruit les perdreaux (Lot). 25 perdreaux, 15 faisans, 3 lièvres (Rhône)..... L'arsenic est un danger, surtout pour les petits oiseaux (Basses-Alpes).	
Fédération.....	Des pertes de gibier (Loire)..... (Voir le département de la Loire, aux poudrages, p. 13.)	
Chasseurs	Il n'y a plus sur la commune, ni perdrix, ni faisans; les caillies ont eu particulièrement à souffrir (Drôme). Des compagnies entières disparaissent (Rhône)..... Il demande la suppression des produits arsenicaux, mais ne donne pas de nombre de morts (Seine-et-Marne).	Ne peut fournir aucun renseignement précis. Maintient son affirmation, mais sans preuves à l'appui. «Nous n'avons eu aucune mort». Il reconnaît qu'il n'a pu faire d'observations directes. Il n'a que des «préoccupations» à cet égard. Nouvelles pertes de gibier. Le tableau des morts comprend, lièvres, lapins, petits oiseaux, pas de perdrix; les caillies chassées des champs de pommes de terre par l'humidité ont pu échapper, les champs de pomme de terre étant trop touffus pour le gibier. Affirmation maintenue pour les perdreaux avec adjonction d'une grosse diminution de lièvres, jusqu'à 50 p. 100; mais on ne trouve pas de cadavres dans les champs. 15 perdrix grises en juillet, 25 en août, trouvées en décomposition pendant la moisson.

Nos 19 demandes d'éclaircissement ont donc eu comme suite :

Pas de réponses.....	11
Pas de mort de gibier en 1939.....	1
Imprécision ou doute.....	3
	15 (plus des 3/4).
Les pertes de gibier sont renouvelées en 1939....	4 (moins du 1/4).

Quatre oui contre quinze non, c'est bien peu et le peu diminue lorsqu'on regarde de plus près.

Remarquons seulement que, d'après les réponses, les lièvres et les lapins morts auraient été assez nombreux en 1939. Or, nos essais nous ont appris combien il était difficile, pour ne pas dire impossible, de faire manger aux lapins des végétaux traités à l'arsenic (voir le travail publié en 1936). Quant à la «disparition de compagnies entières» ne serait-elle pas plutôt due aux braconniers qu'à l'arsenic?

IV. Les poudrages arsenicaux.

Dans les régions où il faut aller chercher l'eau loin des champs de pomme de terre, la pulvérisation demande une dépense supplémentaire de main-d'œuvre et d'attelages. C'est alors que l'application des arsénates sous forme de poudre, déjà économique et simple par elle-même, voit augmenter son avantage sur la pulvérisation.

C'est pourquoi, l'emploi des poudres arsenicales, dans la lutte contre le Doryphore, a fait l'objet, de la part des Services intéressés, d'un examen tout spécial et d'études des Laboratoires, qui ont été sanctionnés par un arrêté ministériel en date du 1^{er} août 1938.

L'un des centres d'essais est Feurs, chef-lieu de canton de l'arrondissement de Montbrison, dans le département de la Loire. Or, de Feurs provient une lettre qui parle de très grosses pertes en volailles. De l'arrondissement de Montbrison et de celui de Saint-Étienne nous avons les détails fournis par une enquête personnelle du président de la Fédération de chasse du département. D'après quelques-unes des sociétés communales de chasse, il y aurait eu d'assez sensibles mortalités de gibier (carte, fig. 3).

En présence de ces déclarations et d'accord avec le président de la Fédération départementale de la Loire, nous avons, dans les premiers jours de décembre 1939, adressé par lettre à ses 21 correspondants le questionnaire restreint, auquel était fixé ce papillon : « Sur la bonne indication de votre Président de Fédération, M. le Vicomte DE PONCINS ».

Nous avons reçu quatre réponses seulement. Il y a eu 17 abstentions.

TABLEAU 3.

Les poudrages arsenicaux et le gibier dans le département de la Loire.

Comparaison des « tableaux de chasse » de 1937 et de 1938. — Perte en gibier pour 1939.

Les quatre seules réponses reçues

après enquête supplémentaire auprès des 21 sociétés de chasse de la carte (fig. 3).

N°.	ARRONDISSEMENT.	DISTANCE de FEURS.	TABLEAU DE CHASSE.		GIBIER TROUVÉ MORT EN 1939.	REMARQUES.
			1937.	1938.		
5 ...	Montbrison..	7 k.	Perdrix..... 250 Lièvres..... 37	150 10		
			Pas de mortalité en 1938.			
16 ...	S ^t -Étienne ..	30 k.	Perdrix..... 10 Lièvres..... — Lapins..... —	15 2 30	Perdrix et cailles, lapins et lièvres « un peu partout ».	Ces deux chasseurs ont leur chasse, au moins en partie, sur la même commune.
			Pas de mortalité en 1938.			
18 ...	S ^t -Étienne ..	30 k.	Perdrix..... 15 Lièvres..... 8 Lapins..... 40	18 6 50	Pas de cadavres de gibier...	
			Peu de traitements dans la région. Pas de mortalité.			
21 ...	S ^t -Étienne ..	32 k.	Perdrix..... 70 Lièvres..... 30 Lapins..... 40	80 6 45	Perdrix..... 2 Les traitements arsenicaux des arbres fruitiers seraient dangereux pour les petits oiseaux.	
			Peu de traitements dans la région. Mortalité pour 1938 : 2 lièvres en avril.			

Sur les quatre correspondants, un seul, le numéro 21, avait trouvé des cadavres de gibier en 1938, deux Lièvres, et au mois d'avril, c'est-à-dire avant l'entrée en jeu de l'arsenic. En 1939, il n'a ramassé que deux Perdrix. Ceci peut-il être vraiment accepté



FIG. 3. — Département de la Loire. — Les traitements arsenicaux de la pomme de terre et le gibier (Enquête 1938 du président de la Fédération et enquête 1939 du Comité d'études). 1 à 21 : numéros donnés aux communes dans la lettre du Président de la Fédération ; 106, 138, 139 : trois questionnaires de l'enquête préliminaire.

Gibier qu'on indique comme ayant été trouvé mort :

1. 10 perdrix, en juillet.	9. 2 perdrix.	17. Rien.
2. 20 perdrix.	10. 5 perdrix.	18. Rien (1939).
3. Rien.	11. Lièvres et lapins.	19. Rien.
4. Rien.	12. Perdrix, en août.	20. Rien.
5. Rien (1939).	13. Rien.	21. Lièvres et lapins (1939).
6. 7 perdrix, dont 4 en mai.	14. 10 perdrix.	106. Rien.
7. 15 perdrix, en juillet.	15. Lièvres et lapins.	138. Rien.
8. Perdrix, en août.	16. Rien (1939).	139. Rien.

comme l'indice d'une action sur le gibier par les traitements antidoryphoriques? Ce qui est certain, c'est que les arsenicaux n'ont nullement entravé le rendement de la chasse, puisque, sauf pour les Lièvres, le tableau est meilleur en 1938 qu'en 1937.

Les tableaux de chasse des numéros 18 et 16 se sont également améliorés et on comprend d'autant moins la destruction de gibier en 1939, signalée par l'un d'eux (n° 16) que tous deux ont leurs terrains de chasse mitoyens.

Les poudrages arsenicaux ont des adversaires résolus, qui, souvent, les manient comme un épouvantail. Et ce n'est pas seulement chez nous que l'on s'est ému. En Allemagne, voulant imiter l'Amérique, on a tenté des poudrages arsenicaux en grand, par avion, au-dessus de forêts de résineux, attaquées par la Processionnaire du pin. A la suite de ce traitement, on trouva morts de nombreux animaux sauvages.

Des études montrèrent qu'il était possible de détruire les chenilles sans nuire aux Oiseaux. C'est une question de dosage de poudre à l'hectare. M. Sy ⁽¹⁾ a cherché à déterminer la sensibilité des petits Oiseaux, tant aux pulvérisations qu'aux poudrages arsenicaux. Il a pris, comme sujet d'expérience, des granivores, Pinsons et Verdiers, et un insectivore, la Mésange charbonnière. Il est arrivé aux conclusions suivantes :

Les pulvérisations arsenicales sont inoffensives. Les poudrages peuvent être dangereux lorsque la surface traitée est si étendue que les animaux qu'elle abrite ne peuvent pratiquement pas se dégager du nuage arsenical et en restent enveloppés; cet enveloppement, Sy l'a montré, équivalait à l'absorption par l'Oiseau d'une nourriture saupoudrée à l'arsenic.

Ce fut le cas des grandes forêts d'Allemagne où les animaux furent cernés par le nuage, tandis que d'un champ de pommes de terre Perdrix et Lièvres, alertés par l'approche du traitement, s'éloignèrent avec la plus grande facilité.

Si même ils recevaient un peu de poudre, ils n'en souffriraient pas, car les animaux récupèrent très vite dès que cesse l'action du poison. Aussitôt qu'un perdreau s'écarte de la zone dangereuse et parvient à l'air pur, tout danger disparaît pour lui, immédiatement et complètement.

Une des réponses à notre enquête rapporte que des Oiseaux de basse-cour ont succombé à un poudrage arsenical; nos recherches toxicologiques (p. 23) confirmèrent ce fait. On ne peut l'expliquer que parce que les Dindons, Poules et Pigeons, animaux domestiques de la ferme, habitués à l'homme et aux chevaux, sont restés confiants au voisinage de l'équipe de traitement, sans chercher à quitter le nuage. Pour que celui-ci ait entraîné la mort, son action a dû être très prolongée et, peut-être, complétée par le confinement du poulailler ou du pigeonnier où les Oiseaux s'étaient retirés en rentrant du champ de pommes de terre.

En ce qui concerne le gibier, on peut, pour la région de Feurs, retenir les 10 Perdrix des numéros 1 et 14 et les 20 du numéro 2. Le reste ne paraît être que mortalité normale. Aussi n'adoptons-nous pas les conclusions pessimistes du président de la Fédération. Nous pouvons, du reste, lui opposer les trois réponses à l'enquête préliminaire provenant de localités très voisines de Feurs et où les poudrages sont pratiqués. Les signataires, dont un garde-chasse, sont très affirmatifs sur l'innocuité de ce mode de traitement.

Restent les Oiseaux de basse-cour. Il suffira, ce qu'avait fait un des fermiers, de les enfermer pendant le traitement. On pourrait, plus simplement, les chasser du champ de pommes de terre et les en tenir éloignés durant le poudrage.

⁽¹⁾ M. Sy. — Ergebnisse der Versuche ueber die Gefaehrung von Singvoegeln durch arsenhaltige Pflanzenschutzmittel. *Mitteilungen der deutschen Reichsanstalt fur Land-und Forstwirtschaft*, n° 58, septembre 1938, p. 103-113.

V. Renseignements de sources diverses.

COMPARAISON AVEC LES ENQUÊTES.

AUBE. — Le Conseil de la Fédération départementale de Chasse, en septembre 1938, s'était inquiété de la disparition des compagnies de Perdreaux. Il incriminait à la fois la strychnine et l'arsenic. Ni chiffres, ni preuves à l'appui.

Enquêtes. — Nous n'avons eu que trois questionnaires de chasseurs qui, tous trois, n'indiquent pas de morts de gibier.

CÔTES-DU-NORD. — A l'occasion de son enquête complémentaire de 1938, l'Inspecteur des Eaux et Forêts de Rennes avait vu une personne qui nous avait fourni des renseignements en 1937 ; en 1938, on trouverait un peu partout des jeunes perdrix mortes, pas d'adultes. A côté, il y a des compagnies intactes. Dans la région Dinan-Lamballe, l'Inspecteur des Eaux et Forêts, lui-même, avait recueilli des plaintes : morts de gibier paraissant dues à l'arsenic, sans qu'on puisse bien définir son mode d'action.

Enquêtes. — Un seul questionnaire. Il indique qu'en 1938, il y a eu des morts de Perdrix. Pas de réponse en 1939.

DRÔME. — En octobre 1937, le Conseil d'arrondissement de Valence émettait le vœu qu'on recherche d'autres produits de lutte que les arsenicaux.

Enquêtes. — Nous avons neuf questionnaires venus de ce département, notamment celui de la Fédération des Chasseurs, que le contenu de sa réponse nous a fait classer parmi les *non*.

Donc, amélioration de la situation de la chasse en 1938.

MEUSE. — En novembre 1938, le Conseil général demandait la suppression de l'arsenic et la lutte contre le Doryphore par ramassage. Le Ministère de l'Agriculture répondait en se basant sur nos travaux de 1934-1935. Dans sa séance suivante de mai 1939, le Conseil général prend connaissance de cette réponse officielle, mais demande que les recherches soient poursuivies. Il cite des cas d'empoisonnement de Perdrix sur lesquels nous reviendrons.

Enquêtes. — Nous n'avons eu aucune réponse venant de la Meuse.

RHÔNE. — Une lettre, communiquée par le Saint-Hubert-Club de France et provenant de la commune de Thizy, signale des disparitions massives de Perdrix ; elle estime la réduction à 15 compagnies sur 50 et attribue cette extermination aux arsenicaux.

Enquêtes. — Nous avons eu 30 réponses de chasseurs, parvenues par l'intermédiaire de la Fédération de Chasse et disséminées sur tout le département. Il y a 21 *non* contre 9 *oui*, ces derniers très largement comptés.

Il est à noter que les termes essentiels de la lettre de Thizy se retrouvent, sous le même forme, dans une réponse à notre enquête préliminaire, provenant d'une commune distante de moins de 3 kilomètres.

SARTHE. — Dans les premiers mois de 1939, le Conservateur des Eaux et Forêts, Chef du Premier Bureau à la Direction générale des Eaux et Forêts, a reçu lettre et visite de M. d'AUBIGNY, ancien député : il y aurait eu disparition complète de la Perdrix sur la commune de Juigné-sur-Sarthe.

Enquêtes. — Trois réponses négatives venant d'agriculteurs. Elles sont éloignées de Juigné, mais cette commune est en limite de l'arrondissement de Château-Gonthiers, dans la Mayenne qui indique « pas de mortalité de gibier ». Juigné serait donc un flot de destruction isolé.

MAROC. — En juin 1939, M. DAVID (E.-H.), président honoraire de la Chambre d'Agriculture de la région de Meknès, nous écrit que, vers 1930-1931, on lutta contre les Acridiens avec de la mélasse arsénisée. Il y a eu mort de bovins et de perdreaux.

Enregistrons cette observation, après avoir remarqué qu'il est de coutume d'attribuer à la même cause la mort des Cigognes hivernantes du Sud-Africain. Une enquête sérieuse faite à ce sujet par la Station ornithologique de Rossitten, qui bague des Cigognes en Prusse orientale, s'est terminée sur une grande dubitative.

VI. Questions connexes.

Sous ce titre d'ensemble, nous rangeons, en une série de chapitres, tout ce qu'on apporté nos différentes enquêtes sur des matières qui touchent de très près à l'empoisonnement du gibier, sans le concerner lui-même.

DANGER DES ARSENICAUX POUR LES ANIMAUX DOMESTIQUES.

Six réponses à l'enquête préliminaire en ont parlé. Trois restent dans le vague : « Il y a quelques années », ou expriment des craintes ou des suppositions. Une personne a eu des pertes en volailles, elle les attribue à l'arsenic. Une autre réponse parle de Pintades.

Un fait est relaté avec détails par le président de la Fédération départementale de la Gironde. C'est celui d'une chienne de chasse qui mourut moins de deux heures après avoir battu plusieurs champs de pommes de terre traités. Nous avons soumis le cas à M. BRIAND, vétérinaire spécialiste en médecine canine. Son avis motivé est catégorique : il ne peut être question d'un empoisonnement arsenical, dont les symptômes ne correspondent aucunement à la description du chasseur.

DANGER DES ARSENICAUX POUR L'HOMME.

Cinq réponses y font allusion. L'une contient cette courte phrase qu'on peut difficilement interpréter comme preuve de fait : « Un cultivateur de la commune a été incommodé par le sulfatage ».

Une autre personne parle d'intoxications humaines ayant eu lieu « il y a quelques années ».

Les trois autres questionnaires sont dépourvus de toute objectivité. L'un d'eux, dans l'enquête préliminaire, citait une compagnie de perdreaux indemne malgré traitements aux arseniates, mais abandonnait le produit à cause du danger pour l'homme, sans donner aucune précision. Relancé par l'enquête 1939, il n'a pas fourni de réponse.

LA STRYCHNINE ET LE GIBIER.

Plusieurs réponses à l'enquête préliminaire attribuent la mort des Perdreaux au « grain empoisonné » employé contre les « Mulots ». Nous traduisons, puisque l'arsenic est interdit : blé à la strychnine pour détruire les Campagnols des champs.

Un questionnaire indique qu'on a trouvé morts des Pigeons ramiers, des Pies, des Geais, mais pas de Perdreaux. Notons que les cadavres ont été ramassés dans un parc. Une autre réponse signale qu'il a été constaté la présence de vieux couples de Perdreaux sans jeunes et qu'il y aurait eu coïncidence entre l'absence des jeunes et la lutte contre les Mulots, très nombreux en 1937 et 1938.

LES TENDANCES DANS L'EMPLOI DES PRODUITS ARSENICAUX OU NON ARSENICAUX.

Il était intéressant de connaître la place relative qu'occupent et que paraissent être appelés à occuper les arsenicaux parmi les produits employés pour protéger la pomme de terre contre le Doryphore.

L'enquête, estimant importante cette partie de sa prospection, lui a réservé trois questions dont les réponses sont données dans le tableau ci-après :

TABLEAU 4.

Les tendances vers le plus ou vers le moins dans l'emploi des arsenicaux antidoryphoriques ; leurs causes.

TENDANCES À AUGMENTATION DES ARSENICAUX.	NOMBRE de QUESTIONNAIRES.	TENDANCES À DIMINUTION DES ARSENICAUX.	NOMBRE de QUESTIONNAIRES.
Tendance à augmentation (sans donner le motif).....	42	Tendance à diminution (sans donner le motif).....	11
Tendance à augmentation (en donnant le motif).....	15	Tendance à diminution (en donnant le motif).....	9
Les poudres non arsenicales ont tendance à diminuer (en donnant le motif).....	1	Les poudres non arsenicales ont tendance à augmenter (avec motif).....	3
		Les poudres ont tendance à augmenter (avec motif).....	8
	58		31

NOMBRE
DES RÉPONSES.

Causes de la faveur des arsenicaux.

Leur efficacité.....	9
Leur efficacité et leur moindre prix.....	5
Une mesure administrative : Les arsenicaux sont livrés gratuitement aux syndics de défense par les maires (Lot-et-Garonne).....	1

Causes de la défaveur des arsenicaux.

Les dangers qu'ils présentent.....	7
Leur prix élevé et la nécessité d'avoir de l'eau.....	1

Causes de la faveur des poudres non arsenicales.

Elles sont sans danger pour les animaux.....	1
Elles sont efficaces.....	3
Leur facilité de manutention.....	2
On a acquis un matériel meilleur.....	1

Au total, les réponses indiquent un progrès des arsenicaux au moment de l'enquête.

LES OISEAUX-GIBIER ET AUTRES OISEAUX CONTRE LE DORYPHORE.

Sans spécifier de faits, l'enquête préliminaire cite, comme « très friands » de Doryphore, les Cailles, les Ramiers, les Tourterelles et les « petits oiseaux ». Deux réponses mettent en avant ces derniers. La personne qui avait le plus insisté sur l'intervention des oiseaux fut interrogée par l'enquête 1939; elle reconnut que sa documentation était « toute théorique ».

Concernant les Oiseaux de basse-cour et le Doryphore, nous ne pouvons ajouter à nos constatations de 1934-1935, que cette phrase prise dans la lettre du secrétaire d'une Société de chasse de Charente maritime : « Avant les traitements arsenicaux, j'ai vu des dindons et des poules faire une grosse consommation de Doryphores ».

Nous avons demandé au signataire de sacrifier et de nous envoyer « une poule à laquelle vous auriez vu manger beaucoup de larves ou d'adultes, étant donné que l'oiseau aurait dû opérer de lui-même en pleine liberté ». Il n'y a eu aucune suite.

LE GIBIER MANGE-T-IL DES FEUILLES DE POMMES DE TERRE?

Si oui, il peut s'empoisonner lorsqu'un traitement — pulvérisation ou poudrage — aura déposé de l'arsenic sur le feuillage.

A ce sujet, bien peu de chose dans nos enquêtes. Deux réponses à l'enquête préliminaire qui sont de simples affirmations, c'est tout : « les Perdreaux mangent beaucoup de feuilles de pomme de terre »; « les Lièvres n'en mangent pas ».

LES RECHERCHES.

I. Observations sur les oiseaux-gibier.

PERDREAUX ET FAISANDEAUX DU CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES.

Nous avons disposé d'une couvée de 20 Perdreaux, provenant des chasses de M. le comte de FELS et éclos chez le garde-chef, M. BÉCHU; 8 Faisandeaux, nés dans les élevages de Rambouillet ont été donnés à la Station centrale de Zoologie par M. VIDRON, Inspecteur des Eaux et Forêts, Directeur des Chasses présidentielles.

Installation (fig. 4 et pl. I). — Les Oiseaux, Perdreaux et Faisans sont sortis de l'œuf le 19 juin 1939. Nous sommes allés les chercher le lendemain et les avons aussitôt placés, avec leurs poules-mères, dans les enclos préparés pour les recevoir au Centre national de Recherches agronomiques. Chaque enclos, fermé par un treillage de 1 mètre, contenait une boîte d'élevage. Autour de celle-ci était réservée une enceinte ovale, dans laquelle une cloison transversale limitait un petit enclos utilisable pour les premiers jours de l'élevage.

Comportement. — Les poussins ne connurent pas la réclusion en éleveuse et, dès leur arrivée, ils eurent libre sortie pendant toute la journée. Le résultat fut excellent et il n'y eut qu'une seule perte par maladie.

Seul inconvénient, les élèves étaient très indépendants et rentraient peu volontiers le soir. Il fallut les reprendre un à un et les réintégrer dans la boîte d'élevage, manœuvre assez astreignante, mais qui permit de constater qu'à son huitième jour un petit per-

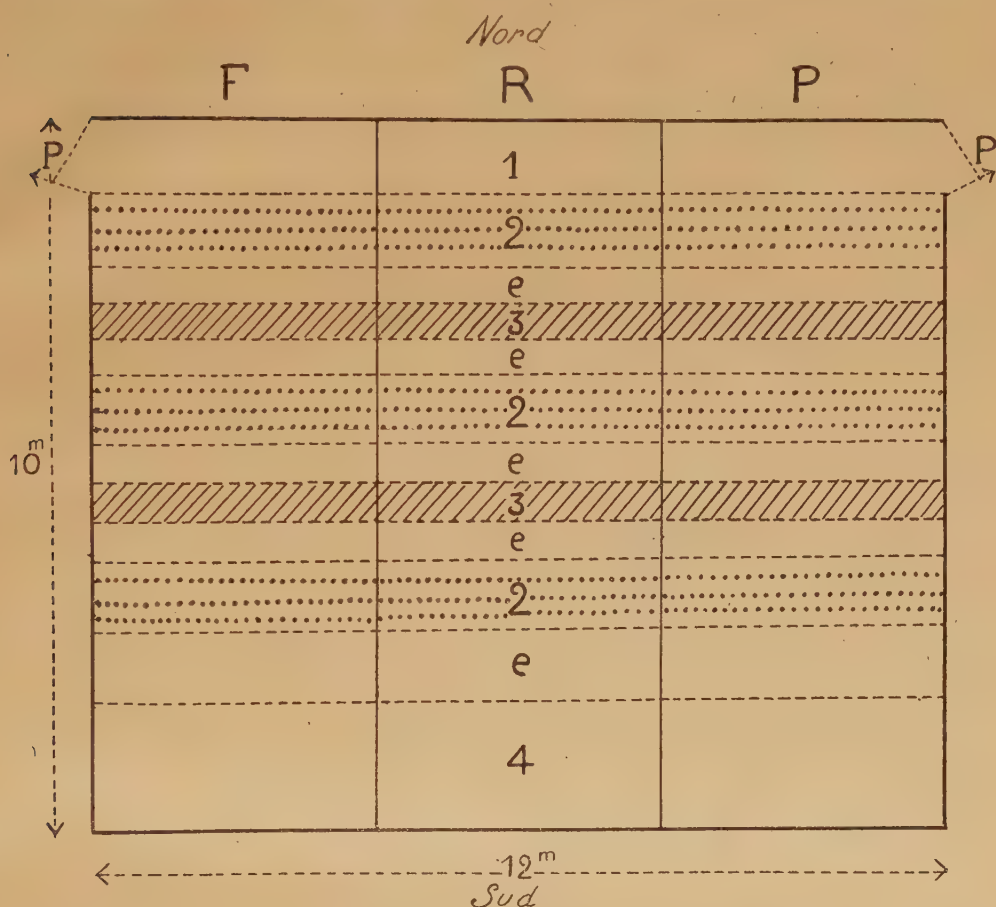


FIG. 4. — Croquis des enclos pour les essais, au Centre de Versailles, sur les jeunes perdreaux et faisandeaux.

- P. Enclos des perdreaux. — F. Enclos des faisandeaux. — R. Enclos de réserve. — P. Portes de service.
1. Bande de terrain sablé, pour recevoir les boîtes d'élevage. — 2. Pommes de terre. — 3. Luzerne. — 4. Mélange de légumineuses, de graminées et de céréales, préparé en tenant compte des travaux de John Ford, Helen Chitty et A. D. Middleton sur le régime alimentaire de la perdrix grise en Angleterre. — e. Espace sans végétation.

dreau était capable de s'envoler de la caissette où on l'avait placé sans couvercle pour le transporter. La force de l'aile va vite en augmentant; le 2 juillet, treizième jour, les Perdreaux franchissent de plein-pied un grillage de 0 m. 50 de haut, et le dix-neuvième jour, ils passent le grand enclos de 1 mètre⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Louis BUREAU a vu des jeunes Perdreaux, appartenant à une compagnie sauvage, sauter au vol une haie de 3 mètres de haut, à l'âge de 14 jours.

Louis BUREAU. — *L'âge des Perdrix*, I. La Perdrix grise, 1911, p. 37.

Chez les Faisandeaux, la déclaration du vol fût plus rapide encore : il débuta deux jours avant celui des Perdreaux et s'accrût plus vite en puissance et en étendue.

Dans le maintien, ce furent les perdreaux les plus précoces. Peu après le onzième jour, on différencie les sexes à leur allure. A trois semaines, tous sont assez forts pour qu'on ne les enferme plus complètement pendant la nuit ; ils savent aussi se dissimuler, se raser si parfaitement que les reprises à la pêchette exigent trop de temps et deviennent véritablement impossibles.

Nourrissage. — Nous avons suivi la méthode qui nous avait été indiquée et nous avons, comme il est habituel, varié œuf dur, œuf de fourmi et graine. Nos sujets ont toujours été copieusement nourris, et, au moment des essais, ils se sont trouvés en excellent état de résistance.

LES PERDREAUX ET LES FAISANDEAUX EN PRÉSENCE DU DORYPHORE,
LARVES ET INSECTES PARFAITS (pl. II).

Les plantations dans les entourages avaient été préparées de telle façon que, aussitôt installés, les jeunes Oiseaux trouvent dans leur petit enclos deux pieds de pomme de terre dont les tiges avaient été rabattues à la taille des occupants et contaminées avec des larves et des adultes de Doryphore, apportés de l'extérieur. Dans l'ovale, un troisième pied de pomme de terre, également doryphoré. De même, toutes les pommes de terre du grand enclos, lorsque Perdreaux et Faisandeaux y eurent accès.

Partout donc, ils trouvèrent en abondance d'abord des larves et des adultes vivants puis des larves et des adultes tués par une forte pulvérisation à l'arséniate de plomb qui recouvrait copieusement toute la végétation, pomme de terre, luzerne, mélange et mauvaises herbes qu'on avait laissé croître. Dans cette zone de mort, nos oiseaux cherchèrent à leur guise leur nourriture pendant des journées entières sans qu'aucune action de l'arsenic sur eux ait pu être simplement soupçonnée.

Entre temps et à plusieurs reprises, nous avons présenté à de jeunes Perdreaux, à jeun depuis la veille au soir, des larves et des adultes de Doryphore, soit seuls, soit accompagnés de Sauterelles ou d'œufs de Fourmis. La plaque de fibro-ciment servait de table d'expérience.

Au cours de certains de ces essais, nous avons vu un Perdreau donner quelques coups de bec à des larves ou à des adultes ; ceci paraissait n'être autre chose qu'une curiosité vite satisfaite et se terminait par un abandon. Ordinairement, les Perdreaux et les Faisans passaient à côté des larves ou des adultes avec la plus grande indifférence et sans même leur accorder un regard.

Deux fois seulement il a semblé qu'un Perdreau et un Faisandeu avalaient une jeune larve de Doryphore. On ne peut être affirmatif. Mais l'autopsie a révélé, peut-être, une larve de Doryphore dans le gésier d'un Perdreau de 28 jours et un débris d'élytre de l'insecte parfait dans le gésier d'un Perdreau de 34 jours.

Cette ou ces deux exceptions nous permettent de résumer nos observations et constatations en affirmant : les jeunes Perdreaux et les jeunes Faisans, jusqu'à l'âge de 34 jours n'ont pratiquement aucune appétence pour le Doryphore, larves ou adultes.

JEUNES PERDREAUX SUR DES CHASSES.

Chez M. DAVID-WEILL (pl. II), le garde-chef, M. HYVER, fit mettre une boîte abritant une compagnie de tout jeunes Perdreaux gris d'élevage, avec leur poule-mère, en

bordure d'un champ de pommes de terre qui venait d'être traité avec un produit arsenical (ferme de M. Gousson, à Mareil-le-Guyon).

Prévenus le 17 juin que les Perdreaux étaient en bon état, nous allions les voir le 20 et trouvions la compagnie au complet, active et circulant aussi bien dans la luzerne où reposait la boîte que dans les pommes de terre qui la touchaient.

Les petits Perdreaux négligeaient les larves de Doryphore qu'ils côtoyaient dans leurs allées et venues et celles que nous leur jettions devant la cage, à l'endroit où ils recevaient leur nourrissage.

Deux morts se produisirent le 2 juillet, à une date où il ne pouvait être question d'arsenic, puisque le traitement avait eu lieu le 12 juin. A l'autopsie, nous avons trouvé dans les deux tubes digestifs des restes de la nourriture donnée par le garde avec des débris d'insectes; l'un des gésiers contenait quelques graines de sarrasin. La recherche de l'arsenic dans le foie a donné un résultat négatif.

Chez le comte DE FELS, le garde-chef, M. BÉCHU, soit seul, soit au moment des essais de notre collaborateur M. MOREL, a offert à plusieurs reprises des Doryphores et des larves à ses couvées d'élevage. Pour lui, la chose est bien nette : les perdreaux et perdrix ne mangent pas de Doryphore et ceux qui ont été trouvés morts sur sa chasse avaient succombé au ver rouge et non au traitement de la pomme de terre.

PERDRIX ADULTES ENTRAVÉES DANS DES ENCLOS.

Nous avons, à ce chapitre, les essais de M. OBERT, maire de la commune de Us, et ceux de M. MOREL, chef de travaux au Laboratoire de Phytopharmacie du Centre de Versailles.

M. OBERT a tenu des Perdrix en enclos de moyenne superficie. Une partie des Oiseaux est morte sans liaison avec l'arsenic, les autres ont survécu à l'expérience.

M. MOREL a disposé d'un véritable champ de pommes de terre de près d'un demi-hectare divisé en deux parties de 50 mètres de long et situé sur la chasse du comte DE FELS, en bordure d'une culture d'avoine. Un engrillagement complet, avec bavolet, avait été posé sous la direction du régisseur, M. MARCHAL. Des abris en branchages étaient dressés dans chacun des enclos, mais pratiquement les animaux ne les fréquentèrent guère.

Les essais se sont étendus sur une période de plus d'un mois, du 7 juillet 1939 au 13 août 1939.

Ils ont porté sur deux catégories d'animaux :

- 1° Perdrix grises adultes entravées;
- 2° Jeunes perdreaux d'élevage.

Ils étaient établis à la ferme de La Mare (commune de Gazeran) à proximité du principal élevage de M. le comte DE FELS dont le garde-chef met couvrir chaque année environ 3.000 œufs de Perdrix. Les cultures consistaient surtout en céréales et betteraves avec quelques champs de pommes de terre, malheureusement très atteints par les maladies de dégénérescence, et, de ce fait, offrant un mauvais couvert aux oiseaux qui se tenaient de préférence dans le blé ou l'avoine — l'attaque de Doryphore fut très forte, comme on peut en juger sur la photo (pl. II, E) — et à peu près tous les cultivateurs traitèrent à l'arséniate de plomb ou de chaux. Voici le résumé des constatations faites.

Perdrix adultes. — On disposait au moment de l'expérience de 9 animaux entravés. Le 7 juillet, 5 Perdrix furent mises dans une partie de l'enclos et 4 dans l'autre; elles

ont été alimentées au cours de l'essai par un peu de blé qu'un garde leur jetait tous les trois ou quatre jours.

Les 10 et 11 juillet, la partie n° 1 contenant 5 animaux fut traitée, ainsi que tout le reste du champ à l'exclusion de la partie n° 2, par une solution à 2 p. 100 d'arséniate de plomb, titrant 20,2 p. 100 d'As, soit deux fois la dose ordinaire, cela à raison de 800 litres environ à l'hectare. En l'absence de pluie, le produit resta plus d'un mois sur les plantes. Le 13, pratiquement tous les insectes de la partie traitée étaient morts; une perdrix fut sacrifiée dans chaque enclos pour l'examen du contenu du gésier, et la recherche toxicologique de l'arsenic dans le foie; parmi les autres, 3 périrent au cours du mois dans l'enclos n° 2, non traité. La mortalité est assez élevée surtout à cette époque chez les Perdrix en captivité.

Aucun symptôme d'empoisonnement ne fut constaté sur les autres, sacrifiées le 13 août, soit un mois après le traitement. Au cours de cette période, il nous a été impossible de voir si les oiseaux mangeaient des feuilles traitées ou des insectes; ils passaient toute la journée tapis au pied d'une touffe, et il fallait parfois une heure de recherche pour les repérer; ils n'ont jamais touché aux tas de larves placés à côté du grain qu'on leur donnait.

La recherche de l'arsenic dans le foie et les intestins de tous les animaux a été négative.

Jeunes d'élevage. — Une boîte d'élevage contenant une vingtaine de poussins âgés d'environ un mois, fut placée dans l'avoine en lisière du champ de pommes de terre. L'avoine et les pommes de terre furent copieusement traitées à cet endroit sur une surface d'environ 100 mètres carrés, par une solution à 2 p. 100 d'arséniate de plomb. Nous n'avons observé aucune mortalité durant la quinzaine qui suivit le traitement.

Au cours de cette période, nous nous sommes efforcés de faire manger des Doryphores aux oiseaux, soit en les mélangeant à leur pâtée, soit en leur jetant des larves seules ou mélangées d'«œufs de fourmis». Les poussins, peu farouches, accourent dès qu'on leur jette quelque chose, même du sable, se précipitent dessus comme ils le font pour leur nourriture, et donnent quelques coups de bec; malgré cela, nous n'avons jamais vu absorber de larves à quelque stade que ce soit.

D'après ces observations, il semble que l'appétence des Perdrix grises pour les larves ou l'insecte parfait de Doryphore, soit tout à fait exceptionnelle, si elle existe; ces insectes ont d'ailleurs une odeur nauséabonde très prononcée, rappelant celle de certaines solanées; quant aux fanes de pommes de terre renfermant des alcaloïdes toxiques, elles paraissent être rejetées par les Perdrix comme par la plupart des animaux supérieurs : volaille, herbivores, etc.

En conclusion, les empoisonnements de la Perdrix grise dus au traitement arsenical des pommes de terre, doivent être excessivement rares.

PERDRIX LIBRES SUR UNE CHASSE.

L'expérience a eu lieu à Marcq, en Seine-et-Oise, sur la ferme du Bucq appartenant à M. Raymond BENOIST. La partie des terres où se trouvait la pièce de 1 ha. 50 de pommes de terre traitées borde le bois de Beynes, c'est-à-dire qu'elle est mitoyenne de la chasse si giboyeuse de M. DAVID-WEILL. Cette heureuse proximité a étendu l'essai aux nombreux couples de Faisans qui étaient venus établir leur nid dans les 3 ha. 50 d'une luzerne de deuxième année située à moins de 60 mètres des pommes de terre.

Celles-ci ont été traitées le 24 juin 1939 avec de l'arséniate de plomb Kuhlmann à dose habituelle. A partir de cette date, M. BENOIST a suivi de près ses compagnies de Perdreaux, celles surtout dont le centre d'activité était proche des pommes de terre. Il n'y a eu d'autres pertes que deux pontes qui ont été détruites par fauchage de la luzerne. Rien à signaler relativement aux Faisans. La conclusion de M. BENOIST est formelle : « J'aime beaucoup la chasse, je tiens à mes Perdreaux et j'ai constaté que le traitement des pommes de terre par pulvérisations arsenicales ne leur cause aucun dommage. »

II. Analyses toxicologiques et examen vétérinaire.⁽¹⁾

Malgré notre propagande⁽²⁾, nous n'avons reçu, de juin 1935 à mi-décembre 1939, que 66 cadavres de gibier et d'animaux de basse-cour.

L'importance et la signification des différents envois se reflètent dans le tableau 5.

TABLEAU 5.

Petits animaux reçus par les laboratoires de Versailles pour autopsie et recherche de l'arsenic.

Nombre total. — Nombre de cadavres à éliminer pour impossibilité d'empoisonnement par les traitements antidoryphoriques. — Nombre restant à prendre en considération. — Résultat des analyses.

NOM DES ANIMAUX.	TOTAL.	À ÉLIMINER.		RESTENT à CONSIDÉRER.	RÉSULTAT DE LA RECHERCHE de l'arsenic.
		CAUSE.	NOMBRE.		
Perdrix grises	20	Morts en captivité.....	3	—	
		Reçus hors période des traitements antidoryphoriques.....	11	6	Négatif.
Perdrix rouges ...	1	Maladie parasitaire	1	0	
Faisans.....	2	Mort un mois après les traitements antidoryphoriques.....	1	—	
		Mort en captivité.....	1	0	
Cailles.....	1	Aurait succombé à un traitement arsenical d'arbres fruitiers.....	1	0	
Lièvres.....	15	Empoisonné par une usine traitant du minerai arsenical.....	1	—	
		Trouvé dans une vigne traitée à l'arsenic	1	—	
		Hors période des traitements.....	5	8	Négatif.
Lapins de garenne.	4	Comme le lièvre, par usine.....	4	0	
Poules de ferme...	2	Hors période des traitements.....	1	1	1 cas positif.
Pigeons	1	Hors période des traitements.....	1	0	
Oies.....	3	Liquide arsenical répandu dans une cour de ferme.....	1	2	Négatif.
Dindons.....	4		—	4	4 cas positifs.
Pintades.....	2		—	2	2 cas positifs.
Lapins de clapier..	1	Mort de maladie parasitaire.....	1	0	
Petits oiseaux.....	5	4 tués par l'usine.....	4	1	1 cas positif : As p. 100 gr. : 0 mg. 325.
Pigeons ramiers...	4	Hors période des traitements, très probablement ont été empoisonnés par du grain strychniné.	4	0	
Poissons.....	1	Plusieurs ; mais débris corrompus comptés pour un seul.....	1	1	Négatif.
	66		41	25	

⁽¹⁾ Les examens vétérinaires sont dus à M. le Professeur LESBOUYRIÈS, de l'École vétérinaire nationale d'Alfort.

⁽²⁾ Voir enquête 1939, p. 9 et CHAPPELLIER et RAUCOURT, 1936, p. 219-220.

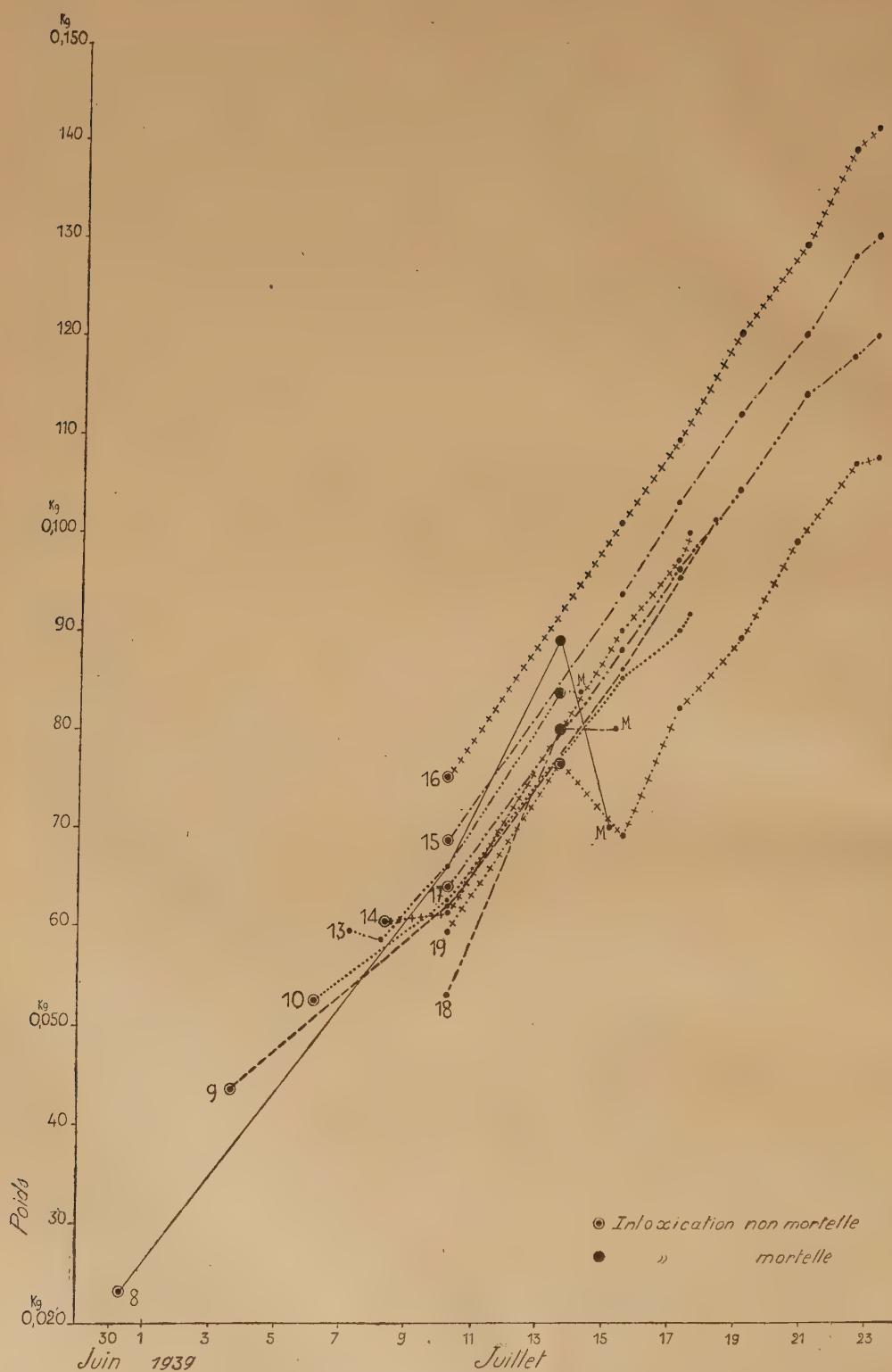


FIG. 5. — Intoxication arsenicale expérimentale de jeunes perdreaux.
 Horizontalement : les dates des pesées; verticalement : les poids des jeunes perdreaux.
 Les numéros sont ceux qui avaient été donnés aux oiseaux pendant les essais.

Des 66 cadavres, 41, bien près des deux tiers, sont à éliminer comme n'ayant aucun rapport avec les traitements antidoryphoriques. Ils comprennent un premier lot de 9 animaux (1 Lièvre, 4 Lapins de garenne et 4 petits Oiseaux) qui ont été victimes de l'arsenic, mais tués par les poussières d'une usine traitant du minéral.

Le gros des 32 autres animaux défalqués est représenté par 23 sujets qui ont été ramassés hors de la période des traitements antidoryphoriques avec un intervalle allant jusqu'à sept et huit mois. On doit voir là une complète incompréhension des envoyeurs qui nous ont adressé les cadavres, sans se soucier d'établir une liaison avec les faits que nous cherchions à mettre en évidence.

Finalement, il reste 8 cas, dans lesquels la recherche de l'arsenic nous a donné un résultat positif et 7 de ces cas n'en forment en réalité qu'un seul, puisque les Oiseaux (1 jeune Poulet, 4 Dindonneaux et 2 jeunes Pintades) proviennent d'une même agglomération de volailles de basse-cour qui auraient été enveloppées par le nuage lors d'un traitement avec une poudre arsenicale.

Le huitième oiseau est un Merle qui paraît avoir été intoxiqué par un ver de terre préparé pour l'empoisonnement des taupes.

III. Détermination des doses mortelles.

Nous avons déterminé, dans un précédent travail, les doses des principaux insecticides arsenicaux amenant sûrement la mort des Perdrix, Lièvres et Lapins adultes. Il a paru utile de compléter ce travail par une recherche analogue sur le Faisan et, surtout, par l'étude de la sensibilité des jeunes oiseaux-gibier. Nous nous sommes bornés à examiner l'action de l'arséniate de plomb (produit «Prolabo» à 20,2 p. 100 d'As).

Nous avons suivi la même technique que lors de nos premières recherches : boulettes d'arséniate de plomb données aux oiseaux par voie buccale. L'action de l'arséniate a été suivie par pesée des sujets d'expérience et par observation de leur comportement.

Les essais ont porté sur une partie de nos jeunes oiseaux du Centre de Versailles, en 1939. La comparaison avec les adultes résulte, pour les Perdrix, de nos chiffres de 1934-1935 ; les Faisans ont été expérimentés de novembre 1939 à mars 1940.

PERDREAUX JEUNES.

A 10 des jeunes Perdreaux, ont été données des doses d'arséniate de plomb allant de 150 à 2.000 milligrammes par kilogramme de poids vif. Les résultats de ces intoxications figurent au tableau 6,

FAISANDEAUX.

Cinq faisandeaux ont reçu des boulettes d'arséniate de plomb. Les résultats se superposent, en partie, avec ceux obtenus chez les jeunes perdreaux. Ici encore, la dose minima mortelle est voisine de 1.500 milligrammes par kilogramme de poids vif (voir tableau 7).

TABLEAU 6.

Essais d'intoxication arsenicale sur les jeunes perdreaux.

(Le poids du foie des jeunes perdreaux, comme celui des faisandeaux est si faible qu'il ne peut se prêter utilement à une recherche quantitative de l'arsenic.)

ARSENIC PAR KILOGR. DE POIDS VIF. (En mgr.)	N° de L'OISEAU.	ÂGE EN JOURS.	REMARQUES.
a. Résistent à l'intoxication.			
150	8	11	Voir 2.000 mgr.
300	9	14	} Même dose, âge différent.
300	10	17	
400	14	19	} Même âge, doses différentes.
500	16	21	
600	15	21	
800	17	21	} La courbe du poids fait une chute très nette pendant les deux jours qui suivent l'intoxication ; elle remonte ensuite, mais en laissant apparaître une certaine indécision dans son allure.
1000	19	24	
b. Succombent à l'intoxication.			
1500	18	24	Meurt en 36 heures environ.
1500	13	24	Achévé mourant 15 heures après intoxication.
2000 (exactement 2272 mgr.)	8	24	Meurt en moins de 36 heures (à l'âge de 11 jours, il avait reçu 150 mgr., au 22 ^e jour son poids avait presque triplé et il avait continué à engraisser).

TABLEAU 7.

Essais d'intoxication arsenicale sur les jeunes faisandeaux.

ARSENATE PAR KG. de poids vif (en mgr.).	N° de L'OISEAU.	ÂGE EN JOURS.	REMARQUES.
<i>a. Résistent à l'intoxication.</i>			
150	4	11	Voir 1000 mgr. et 1500 mgr.
1000	4	14	Voir 150 mgr. et 1500 mgr.
1000	5	17	Perte de poids très sensible pendant 4 jours après l'intoxication, puis remontée très rapide, avec gain de 32 grammes en moins de 3 jours 1/2.
<i>b. Succombent à l'intoxication.</i>			
1500	4	24	Voir 150 mgr. et 1000 mgr. ; après intoxication avec 1500 mgr., il y a perte de poids immédiate et brutale. L'oiseau achevé le 19 juillet, serait mort dans la nuit au bout du 6 ^e jour.
1500	5	25	En un peu plus de 3 jours.
2000	7	19	En 3 jours.
4000	6	21	Chûte immédiate de poids après l'intoxication ; mort en moins de 2 jours 1/2.
6000	8	21	En moins de 2 jours (environ 43 heures).

FAISANS ADULTES.

Nous avons disposé de 4 Faisans adultes — 2 coqs et 2 poules — provenant, comme les poussins, de chasses présidentielles de Rambouillet. Les oiseaux sont arrivés au Centre de Recherches agronomiques le 18 novembre 1939, l'expérimentation s'est prolongée jusqu'au 20 mars 1940.

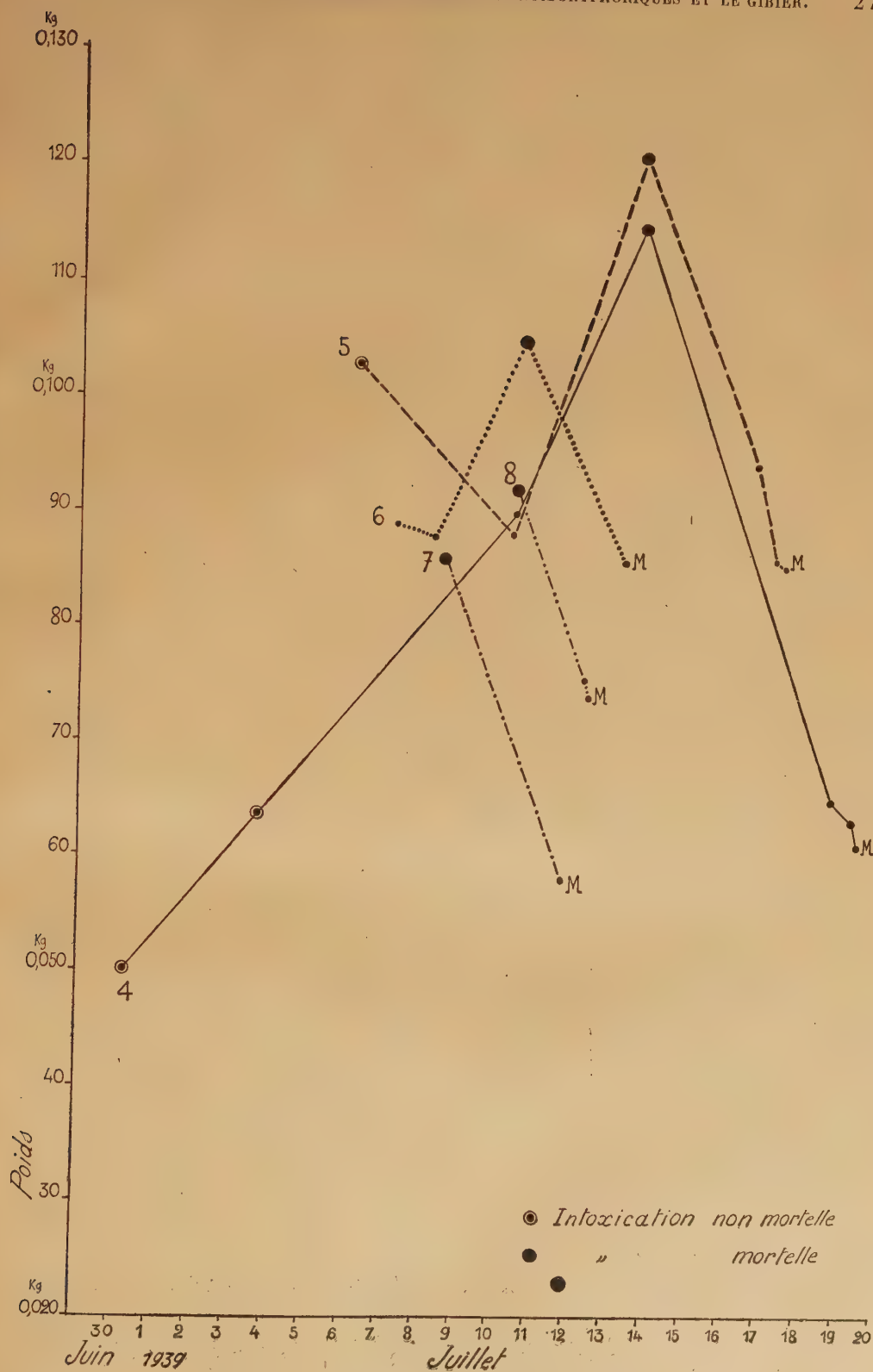


FIG. 6. — Intoxication expérimentale de faisandeaux.

(Même présentation que fig. 5.)

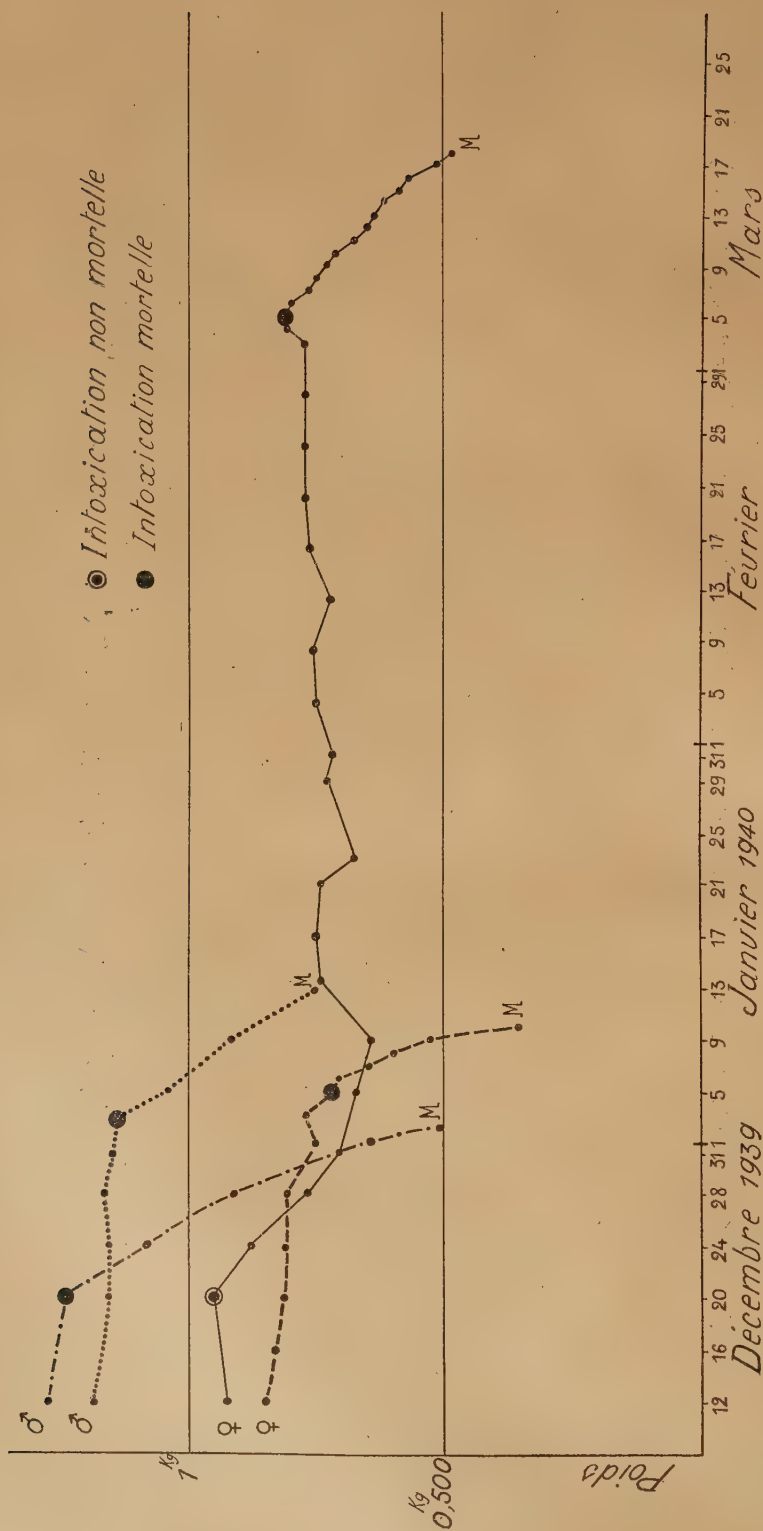


FIG. 7. — Intoxication expérimentale de Faisans adultes.

(Même présentation que fig. 5 ; les numéros sont remplacés par le signe des sexes.)

Les boulettes d'arséniate de plomb étaient de même nature et de même composition que celles qui avaient été précédemment employées. A l'un des oiseaux, on donna, pour commencer, 500 milligrammes d'arséniate par kilogramme de poids vif. Cette dose s'étant montrée sans effet, on passa immédiatement à 1.500 milligrammes en sautant les intermédiaires. La dose minima mortelle est voisine de 1.500 milligrammes.

TABLEAU 8.

Essais d'intoxication arsenicale sur des faisans adultes.

ARSENIATE PAR KG. de poids vif (en mgr.).	N° de L'OISEAU.	SEXE.	DATE de L'INTOXICATION.	RÉSULTAT DE L'INTOXICATION. DATE de la mort ou de la survie.	AS EN MGR. PAR 100 GR.	
					Foie.	Muscle.
500	3	♀	20.12.39	L'oiseau résiste.	—	—
1500	—	—	6. 3.40	Trouvés morts le matin à l'ouverture du laboratoire.	19 mars. 13 ^e jour	0.91
2000	1	♂	20.12.39		2 janv. 13 ^e jour	0.50
2000	2	♂	3. 1.40		12 — 9 ^e jour	0.25
4000	4	♀	3. 1.40		10 — 7 ^e jour	0.84
					0.28	0.28
					0	0.32

COMPARAISON ENTRE LES DIFFÉRENTS OISEAUX.

Les doses minima mortelles indiquées ici et celles qui ont été déterminées précédemment permettent de dresser le tableau suivant :

TABLEAU 9.

Doses minima mortelles pour l'arséniate de plomb.

	JEUNES.	ADULTES.
Perdrix grise.....	1500 mg. par kg.	300 mg. par kg.
Faisan de chasse.....	1500 —	1500 —

IV. Rejets buccaux chez les faisans.

Trois des Faisans ont, quand on les manipulait pour les pesées après intoxication, rejeté par le bec un liquide crémeux que l'on a retrouvé dans leur jabot lors de l'autopsie.

Ces matières ont été analysées, et l'ensemble des constatations faites est donné par le Tableau 10. On voit qu'il n'y a aucune liaison entre la fréquence et l'importance du rejet d'une part et le sexe du Faisan ou la dose d'arsenic qu'il reçoit, d'autre part.

L'analyse des rejets a montré qu'ils provenaient du délayage des boulettes et qu'ils contenaient une très forte proportion d'arsenic, plus forte même que celle des boulettes qui sont à 11 p. 100, tandis qu'il y a 12,9 p. 100 et jusqu'à 26 p. 100 d'arsenic dans la matière sèche du rejet bucal.

Si le rejet se produisait spontanément, chez l'oiseau libre et absorbant de lui-même un insecticide antidoryphorique, cette expulsion mécanique et massive d'arsenic expli-

querait la grande résistance des Faisans à l'intoxication, puisqu'une faible partie seulement de la dose pénétrerait dans l'organisme et y jouerait son rôle de poison.

TABLEAU 10.

Essais d'intoxication de faisans adultes.

Liquide rejeté par le bec après intoxication : nature et fréquence du rejet ;
son contenu en arsenic.

N° du FAISAN.	INTOXICATION.		DATE ET NATURE DU REJET. CONSTATATIONS À L'AUTOPSIE.	ARSENIC dans le rejet.
	DATE.	DOSE D'ARSENATE.		
3	6 3.40	1500 mg.	Pas de rejet entre l'intoxication et la mort ; à l'autopsie 13 jours après l'intoxication, le jabot contient des grains baignant encore dans du liquide crémeux.	6,3 p. 100 d'As dans le liquide.
1	10.12.39	2000 mg.	Rejette pour la première fois, le 3 ^e jour après l'intoxication (23/12), puis le 7 ^e jour (27/12).	26 p. 100 d'As dans la matière sèche.
2	3. 1.40	2000 mg.	Rejette dès le lendemain de l'intoxication (4/1), puis le 5/1, le 6/1 (ce jour-là le liquide est clair) le 8/1 (énormément), le 10/1 (un peu), le 11/1 (le liquide est grisâtre). A l'autopsie, le 12/1, les grains baignent dans ce même liquide grisâtre.	Le liquide du 11/1 contient 6,8 p. 100 d'As.
4	3. 1.40	4000 mg.	Un seul rejet, trois jours après l'intoxication (6/1) ; à l'autopsie, soit 7 jours après l'intoxication, le jabot contient encore du liquide crémeux.	12,9 p. 100 d'As dans la matière sèche.

C'est ainsi que la veille de la mort, dans un rejet, le jour même de la mort, dans le jabot, le liquide de rejet contient encore en arsenic 6,3 p. 100 (Faisan n° 3) et 6,8 p. 100 (Faisan n° 2). Chez ce dernier, qui a eu des rejets nombreux et copieux, le muscle pectoral donne à l'analyse 0 d'arsenic, mais, dans le foie, il en reste 0,25 mgr. par 100 gr.

Dans le jabot, les grains provenant de la nourriture, blé ou orge, étaient noyés dans le liquide blanc, mais conservaient leur aspect normal. Les grains qu'on trouvait encore entiers dans le gésier étaient, eux aussi, en état de nature, mais toutes leurs enveloppes étaient teintées d'un *vert éclatant*.

Les oiseaux n'ayant pas reçu de nourriture herbacée depuis plus d'une quinzaine de jours, on ne peut faire intervenir une action tinctoriale de la chlorophylle. D'après les recherches du Laboratoire de Phytopharmacie, le vert serait très probablement dû à des sels biliaires dont la remontée jusque dans le gésier serait l'indice d'un trouble organique profond, résultant de l'action arsenicale.

V. Possibilités d'empoisonnement dans la pratique.

De nos essais comparatifs d'intoxication expérimentale chez les Perdrix grises, adultes et jeunes, il résulte que le petit Perdreau, jusqu'à l'âge de trente-quatre jours, est 5 fois plus résistant à l'arsenic que la Perdrix adulte.

Constatation de toute importance, puisque nous savons que c'est au cours des premières semaines qui suivent sa naissance que le Perdreau est insectivore.

C'est donc au moment où le jeune Perdreau pourrait avoir tendance à s'attaquer au Doryphore que sa résistance à l'arséniate de plomb est exaltée. A cette époque de la vie de l'oiseau, la dose minima mortelle est de 1.500 milligrammes d'arséniate de plomb,

par kilogramme de poids vif, ce qui, pour un jeune Perdreau pesant en moyenne 65 grammes, donne le chiffre suivant :

Dose minima mortelle 97,5 milligrammes d'arséniate de plomb, soit 20 milligrammes d'arsenic (As).

Les larves de Doryphore, intoxiquées par l'arséniate de plomb, renferment en moyenne, 5 γ (0,005 milligr.) d'arsenic.

La dose mortelle pour le jeune Perdreau correspondrait à l'absorption en vingt-quatre heures, de 4.000 larves d'un poids moyen de 70 milligrammes, soit, au total, 280 grammes.

Un Doryphore adulte intoxiqué renfermant 10 γ (0,01 milligr.) d'arsenic, le même calcul conduirait à l'absorption de 2.000 adultes, pesant, au total, 300 grammes.

L'absolue impossibilité matérielle d'une telle consommation saute aux yeux.

VI. Recherches sur la toxicité des eaux de ruissellement.

Une réponse à l'enquête préliminaire mentionnait, sans s'y arrêter, le fait que des ruisseaux ou des mares se trouvaient à proximité de l'endroit où on avait constaté des cadavres de gibier. En 1937, M. de NANTOIS mettait directement en cause la pluie et la rosée; en 1939, il était moins explicite. En mai 1939, le Conseil général du département de la Meuse parlait, lui aussi, de l'intervention possible de la rosée.

Entre rosée et pluie, nous avons choisi, pour en étudier l'action, la pluie, à cause de son action plus brutale et plus massive sur les traitements arsenicaux antidoryphoriques.

ESSAIS AVEC PLUIE ARTIFICIELLE.

Sur les terres de culture entourant la Station centrale de Zoologie agricole, ont été plantés des carrés de pommes de terre de 3 mètres de côté. Placés à portée suffisante d'une bouche d'arrosage, ces carrés étaient largement espacés entre eux, de façon à écarter la possibilité de projections arsenicales de l'un sur l'autre. Deux variétés de pommes de terre ont été choisies, la Rosa, à feuille assez tourmentée et velue et la Bintje au feuillage plus lisse sur lequel l'arsenic devait moins bien adhérer, ce qui augmentait les chances d'entraînement. Chaque carré renfermait 6 rangs de pommes de terre (fig. 8).

Le traitement voulu étant fait, on observait le délai nécessaire au séchage ou à une bonne adhérence du produit, puis on mettait en place les pluviomètres et récipients destinés au contrôle.

La pluie artificielle était produite par une pomme d'arrosage dite « Chantilly », placée, après essais préliminaires, au ras du sol. On donnait l'eau pendant cinq minutes, chronométrées.

Il a été fait deux essais, l'un avec pulvérisation d'arséniate de plomb, l'autre avec poudrage d'arséniate de chaux. Les traitements étaient sensiblement d'égale intensité.

On a cherché à vérifier l'action mécanique de la pluie sur les feuilles de pommes de terre en prélevant, avant et après essai, des rondelles de feuilles et en dosant l'arsenic qu'elles portaient. Les dosages ont également concerné :

1° L'eau s'égouttant des feuilles de pommes de terre et recueillie dans des verres (V);

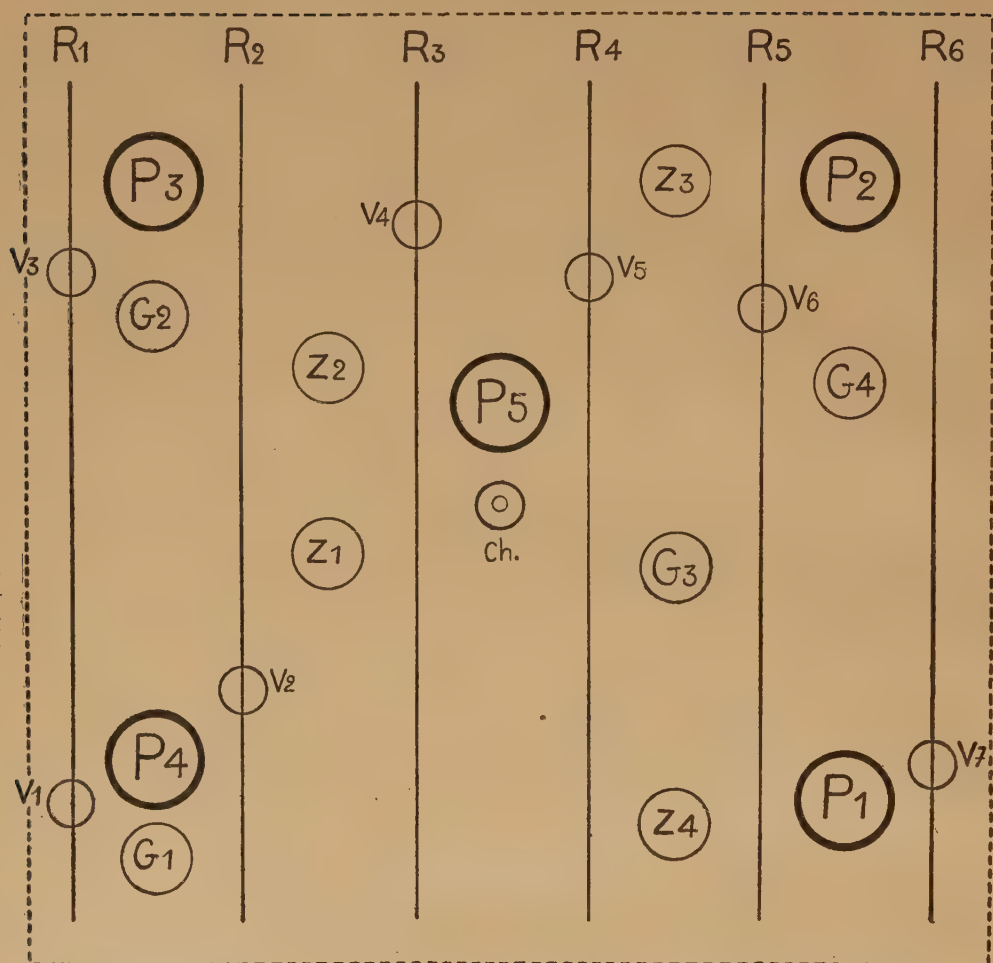


FIG. 8. — Croquis d'un carré de pomme de terre, disposé pour essai de pluie artificielle.

R_1 à R_6 , rangées de pommes de terre. — — — —, entourage en papier goudronné, destiné à protéger la pluie contre les déplacements d'air.

V_1 à V_7 , verres à boire. Ils sont placés au sommet des buttes, sous le feuillage des pieds les plus touffus.

G_1 à G_4 , gobelets à précipités. Ils sont enfoncés en terre jusqu'au ras du sol. A leurs pourtours, la terre a été fortement tassée pour éviter que l'eau s'infilte à l'extérieur du récipient.

Z_1 à Z_4 , couronnes de zinc (électrolytique). Elles sont placées dans un trou creusé à leur diamètre et à leur hauteur, leur bord affleurant au ras du sol. A leur extérieur, la terre est tassée comme pour les gobelets; à l'intérieur, on rapporte une couche de terre prélevée hors de toute atteinte des produits arsenicaux. Chaque couronne limite une surface de sol de 110 cm².

L'ouverture des gobelets et des couronnes est protégée contre la pulvérisation et contre la pluie par une toiture légèrement soulevée de façon à laisser accès à l'eau de ruissellement. Après action de l'eau de pluie on a prélevé la terre à l'intérieur des couronnes, sur une profondeur moindre que l'épaisseur de la couche rapportée.

P_1 à P_5 , pluviomètres; modèle réglementaire, provenant de la Station centrale de climatologie du Centre national de recherches agronomiques. Ils sont placés entre les billons; leur ouverture, bien dégagée, est à la hauteur du sommet des plus beaux pieds de pommes de terre.

Ch, pomme d'arrosage, dite «Chantilly». Elle débouche au ras de terre, cette position ayant été déterminée par des essais préliminaires.

Après mise en place des différents récipients, le sol a été damé entre les rangées de pomme de terre, pour faciliter le ruissellement.

2° L'eau ruisselant à la surface du sol et recueillie dans des cristallisoirs enterrés (G);

3° La terre dans laquelle s'était imbibée l'eau de ruissellement, les surfaces étant limitées par les couronnes de zinc enfoncées dans le sol.



FIG. 9. — Recherches sur la toxicité des eaux de ruissellement : Essai avec pulvérisation d'arséniate de plomb.

P_1 à P_5 , les pluviomètres, avec la hauteur de pluie donnée par chacun d'eux. La moyenne : 6 mm., 72 (ou 5 mm., 475, en éliminant P_5 , situé près de la pomme d'arrosoir) correspond à une très forte averse.

V (verres), G (gobelets), Z (couronnes de zinc), avec la quantité d'arsenic qu'ils contenaient, exprimés en γ . Un $\gamma = 0$ mg., 001 d'arsenic.

Par suite des circonstances, la recherche de l'arsenic n'a pu être terminée que dans les premiers jours d'avril 1941. Les dosages ont été exécutés par M. ALLOCHÉ, aide technique au Laboratoire de Phytopharmacie. Les récipients contenant les échantillons d'eau, de terre et de rondelles de feuilles de pommes de terre ont eu à subir diverses tribulations. Pour l'eau, un flacon était cassé et dans 9 autres le liquide était complète-

ment évaporé; le dosage a été fait après rinçage du flacon à l'eau distillée. Une partie des échantillons de feuilles de pommes de terre n'a pas été retrouvée.

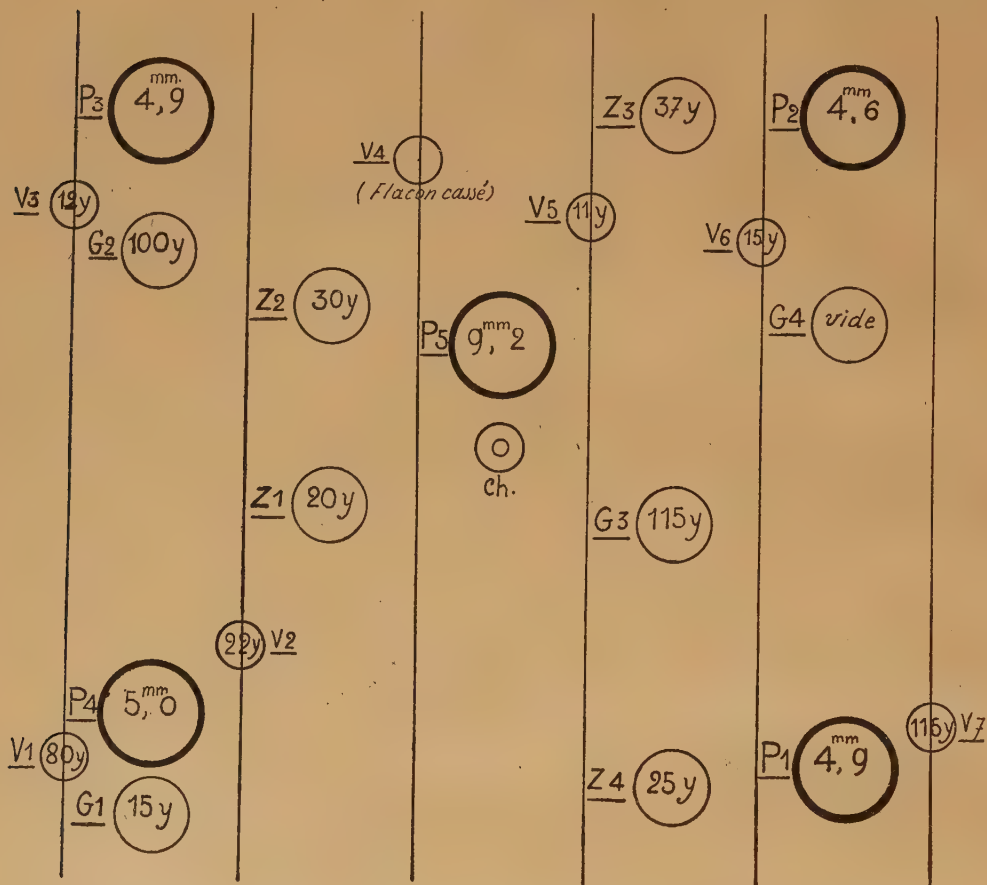


FIG. 10. — Recherches sur la toxicité des eaux de ruissellement, essai avec poudrage d'arséniate de chaux.

P₁ à P₅, les pluviomètres, avec la hauteur de pluie donnée par chacun d'eux. La moyenne : 5 mm., 72 (ou 4 mm., 85 en éliminant P₅, situé près de la pomme d'arrosoir) correspond à une bonne averse.

V (verres), G (gobelets), Z (couronnes de zinc), avec la quantité d'arsenic qu'ils contenaient, exprimée en γ . Un $\gamma = 0$ mg., 001 d'arsenic.

a. Essai de pulvérisation (fig. 9).

Pomme de terre Bintje. Arséniate de plomb à 200 gr. d'As par hectolitre de bouillie, 0,1 litre environ par mètre carré, soit 1 gr. 80 d'As pour la parcelle. On a pris soin de bien projeter sur et sous le feuillage qui se trouve ainsi plus couvert que par le traitement habituel.

b. Essai de poudrage (fig. 10).

Pomme de terre Rosa, 14 grammes d'arséniate de chaux à 13 p. 100 d'As, soit 1 gr. 82 d'As pour la parcelle.

Les analyses ont donné les résultats suivants :

TABLEAU 11.

Essais de pluie artificielle.

Dosage de l'arsenic. — Comparaison entre pulvérisation et poudrage.

	VERRES.		CRISTALLISOIRES.		COURONNES.	
	PULVÉRISATION.	POUDRAGE.	PULVÉRISATION.	POUDRAGE.	PULVÉRISATION.	POUDRAGE.
1.....	Traces.	0 mg. 080	0 mg. 085	0 mg. 015	0 mg. 015	0 mg. 020
2.....	Traces.	0 mg. 022	0 mg. 085	0 mg. 100	0 mg. 025	0 mg. 030
3.....	Traces.	0 mg. 012	0 mg. 015	0 mg. 115	0 mg. 025	0 mg. 037
4.....	Traces.	Dosage perdu.	Vide.	Vide.	0 mg. 030	0 mg. 025
5.....	Traces.	0 mg. 011	—	—	—	—
6.....	Traces.	0 mg. 015	—	—	—	—
7.....	Traces.	0 mg. 115	—	—	—	—
Moyennes	Traces.	0 mg. 0425	0 mg. 046	0 mg. 056	0 mg. 024	0 mg. 028

Les chiffres d'Arsenic (As), en milligrammes, sont rapportés à l'ensemble des matières (eau ou terre) contenues dans le récipient. Au moment de l'analyse, de tous les verres, seul le n° 6 renfermait encore un peu d'eau (2 cm³ environ). L'analyse a été faite après rinçage très soigné; elle n'a décelé que des *traces* d'arsenic, tandis que les couronnes de zinc fournissaient un arsenic très nettement positif.

L'arsenic fixé par centimètre carré de sol, à l'intérieur des couronnes de zinc, est, en moyenne, de 0 γ 22 pour la pulvérisation et de 0 γ 26 pour le poudrage.

Étant donné la situation et le mode d'installation respectif des verres, des cristallisoirs et des couronnes, le résultat des analyses montre qu'il y a bien eu entraînement des particules arsenicales par l'eau de pluie. Ces particules ont été détachées mécaniquement à la surface supérieure des feuilles de pommes de terre (verres); elles ont été ensuite entraînées par ruissellement (cristallisoirs et couronnes de zinc).

Dans quelques cas, on a analysé séparément l'arsenic restant en suspension ou en solution dans l'eau de ruissellement et l'arsenic déposé au fond du récipient. Le premier chiffre est toujours nettement inférieur au second. Il atteint au maximum 0 milligr. 24 d'As par litre d'eau, alors que l'As total s'est élevé dans un cas à 1 milligr. par litre.

Dosage de l'arsenic sur la feuille. — Des pertes de matériel empêchent une comparaison poussée entre pulvérisation et poudrage. Du poudrage, il ne nous est resté que deux échantillons et, tous deux avaient été prélevés après traitement, mais avant intervention de la pluie. Ils permettent seulement de constater que les quantités d'arsenic déposées par pulvérisation ou par poudrage étaient presque identiques.

Avec pulvérisation, l'analyse des feuilles avant et après la pluie met en haute évidence l'action du frottement des gouttelettes liquides : la Bintje qui, après pulvérisation, portait 2 gr. 92 d'arsenic au centimètre carré, n'en avait plus que 0 gr. 95 (trois fois moins) après avoir reçu la pluie artificielle.

Autre incident imprévu : On voulait prélever un nouvel échantillon le lendemain de l'essai, il est arrivé, hors présence des expérimentateurs, une pluie naturelle qui vint se joindre à celle de la pomme d'arrosage. Sur les feuilles ainsi lavées, il n'y a

plus que 0 gr. 28 d'arsenic au centimètre carré, soit 10 fois moins qu'après pulvérisation et 3 fois $1/2$ moins qu'après la pluie artificielle.

La rugosité plus ou moins forte de la feuille (*Rosa* ou *Bintje*) ne paraît pas avoir une influence sensible sur le degré d'adhérence du produit. C'est plutôt la nature de ce produit qui intervient. La poudre, pour laquelle on avait choisi le feuillage le plus rugueux, tient beaucoup moins bien. On en a la preuve flagrante par les verres (tableau 11). Avec eux, le changement est total et si flagrant qu'il ne peut y avoir aucun doute; l'eau de pluie détache très facilement et en forte quantité les grains de poudre. Si les cristaux et les couronnes ne contiennent pas une proportion plus forte d'arsenic, cela prouve que les particules arsenicales, entraînées par la pluie ou détachées des plantes à la suite du choc des gouttes d'eau, sont rapidement fixées par le sol. Seuls, les éléments les plus fins sont entraînés par l'eau de ruissellement et ce phénomène est à peu près aussi accentué dans les deux modes de traitement, pulvérisation ou poudrage.

ESSAIS AVEC PLUIE NATURELLE.

A nos essais, M. MARCEL, professeur régional d'Horticulture, a bien voulu joindre ceux qu'il avait organisés et conduits d'une façon tout à fait indépendante des nôtres et suivant une technique différente.

Se référant à des travaux américains sur l'érosion du sol ⁽¹⁾ et adaptant la technique des auteurs à ses propres idées de recherche, M. MARCEL a fait construire, en forte tôle galvanisée, un récipient étroit et long mesurant :

Longueur : 1 mètre; largeur : 0 m. 20; profondeur antérieure : 0 m. 45; postérieure : 0 m. 42.

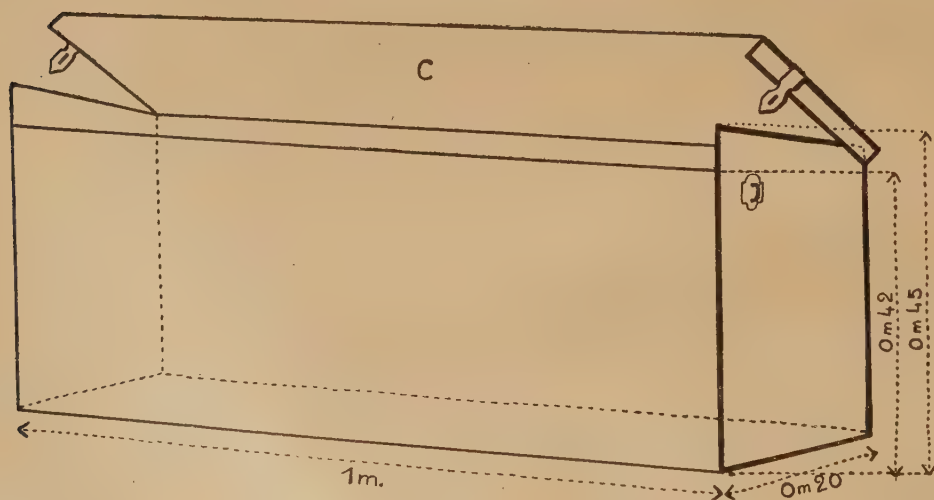


FIG. 11. — Caisse de tôle galvanisée servant à recueillir l'eau de ruissellement après pluies naturelles.

⁽¹⁾ J. E. WEAVER and W. N. NOLL. — Measurement of run off in soil erosion by a single investigator. (*Ecology*, vol. XVI, n° 1, février 1935, p. 355-359.)

Un couvercle incliné G empêche la pénétration directe des eaux pluviales; une fois rabattu, il laisse, sur toute la longueur du récipient, une ouverture longitudinale de 2 à 3 centimètres de hauteur.

Pour la mise en place de l'expérience, on choisit un champ de pommes de terre à sol sensiblement incliné et, à son extrémité la plus basse, on enterre le récipient jusqu'à la lèvre inférieure de son ouverture, le milieu de celle-ci se trouvant en face du sillon qui sépare deux rangées de pieds de pommes de terre (planche III, fig. 4). On dame, on tasse, on lisse bien la terre auprès et en avant du récipient, le long de ses parois, pour empêcher les pertes de liquide par infiltration.

Un pluviomètre, installé tout à côté du récipient, indiquera les hauteurs d'eau pluviale. Les pommes de terre reçoivent les traitements normaux et, après chaque pluie, on mesure et on analyse l'eau qu'a recueillie le récipient; dans le cas des expériences, il drainait une parcelle de pommes de terre ayant une superficie de 10 mètres carrés, dont les pommes de terre étaient de la variété Bintje. Les pulvérisations arsenicales comportaient 200 gr. d'As par hectolitre.

TABLEAU 12.

Résumé des expériences avec pluie naturelle.

(M. MARCEL.)

DATE du TRAITEMENT.	TEMPS ÉCOULÉ ENTRE		PLUIE ENTRE LE TRAITEMENT et le prélèvement.		DATE des PRÉLÈVE- MENTS.	QUANTITÉ D'EAU récoltée dans l'appareil.	As par LITRE.	OBSERVATIONS.
	le traitement et la première pluie.	la première et la deuxième pluie.	Durée totale.	Hauteur totale.				
10 juin.	{ 45 h. 30 (0 mm., 6 en 35 min.)	{ 19 h. 30 (1 mm., 5 en 1 h. 30.)	4 h. 15	3 mm., 9	19 juin	—	—	Pas d'eau de ruisselle- ment, la surface du sol étant encore trop meuble.
			10 h. 30	21 mm., 2	24 juin	375 cm ³	1 mg. 0	
			14 h. 45					
24 juin.	{ 12 h. 45 (17 mm., 0 en 10 h. 45.)	{ 10 h. 15 (1 mm., 8 en 2 h. 10.)	12 h. 55	18 mm., 0	26 juin	104 cm ³	0 mg. 0	La pluie a été relevée à l'observatoire du Centre. Échantillon perdu. Échantillon perdu
			29 h. 55	26 mm., 5	1 ^{er} juillet	730 cm ³	—	
			8 h. 10	10 mm., 5	8 juillet	70 cm ³	1 mg. 0	
			5 h. 45	13 mm., 9	17 juillet	4,250 cm ³	—	
			43 h. 50					
17 juillet.	{ 3 h. 00 (7 mm., 0 en 2 périodes de 0 h. 30.)	{ 26 h. 10 (21 mm., 5 en 0 h. 50.)	2 h. 20	29 mm., 8	22 juillet	1.800 cm ³	0 mg. 4	
22 juillet.	{ 13 h. 30 (1 mm., 4 en 5 h. 15.)	{ 21 h. 10 (4 mm., 5 en 3 heures.)	9 h. 30	12 mm., 1	29 juillet	—	—	Pas d'eau de ruisselle- ment.

Les essais de M. MARCEL confirment, et dans la stricte réalité des conditions naturelles, l'entraînement d'arsenic par les eaux pluviales. D'où possibilité — tout au moins théo-

rique — d'un danger pour le gibier et les petits animaux de la ferme qui viendraient boire dans les flaques d'eau de pluie, entre les sillons d'un champ de pommes de terre récemment traité avec des produits arsenicaux antidoryphoriques.

Nous disons bien danger « théorique », car les quantités d'arsenic trouvées à l'analyse excluent dans la pratique la possibilité d'empoisonnement. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que les arsenicaux employés dans la lutte contre le Doryphore, arséniate de plomb en pulvérisation, arséniate de chaux en poudrage, sont des produits très peu solubles. Par suite, la pluie glissant sur des feuilles de pommes de terre traitées, ne peut faire fondre l'arsenic et devenir de l'eau arseniée, comme elle deviendrait de l'eau sucrée en dissolvant un morceau de sucre. Tout ce qui peut arriver, c'est que les gouttes de pluie, frappant les feuilles, détachent et entraînent des particules de la bouillie ou de la poudre.

Qu'il se forme alors une petite mare entre les pieds ou les rangs de pommes de terre, un animal y buvant pourrait avaler un peu d'arsenic. Mais, nouvel obstacle à l'intoxication, cet arsenic est lourd et se dépose rapidement. Si l'animal boit quelque temps après la pluie, il n'absorbera que de l'eau contenant une quantité très faible d'arsenic dissous et quelques particules maintenues en suspension en raison de leur extrême petitesse. La grande majorité du poison s'est collée à la terre.

Un cas analogue est celui qu'on a cité, de vaches s'abreuvant sans en être incommodées dans un baquet où on avait lavé un pulvérisateur; tout l'arsenic était tombé au fond.

* *

Que nous indiquent nos analyses ?

Quand l'eau de ruissellement limpide a été analysée séparément, elle contenait au maximum 0 milligr. 24 d'arsenic par litre; aucun animal ne peut s'empoisonner, même en buvant exclusivement une telle eau ⁽¹⁾.

Quant au poison déposé sur le sol dans les couronnes de zinc, il est au maximum de 0,26 d'As par centimètre carré de sol. Une telle quantité ne peut amener d'empoisonnement. Si on admet que dans des cas particuliers : terrain très incliné, traitement excessif, pluie intense, il puisse se former localement des dépôts plus importants d'arsenic insoluble, il faudrait, pour provoquer des intoxications graves, la réunion de tant de facteurs, que ces cas doivent être extrêmement rares.

Résumé et conclusions.

1° Les recherches effectuées en 1935 et 1936 sur les dangers d'empoisonnement du gibier par les traitements insecticides arsenicaux, ont été poursuivies au moyen d'une vaste enquête et se sont terminées en 1939 par une série d'observations biologiques et de recherches toxicologiques.

Ces études ont abordé certains problèmes négligés et non examinées en 1935, tels que l'action des arsenicaux sur les jeunes oiseaux-gibier, le transport des toxiques par l'eau de ruissellement, l'influence des poudrages arsenicaux. Elles ont comporté, en outre,

⁽¹⁾ Il existe des eaux minérales médicamenteuses qui contiennent beaucoup plus d'arsenic : 0 milligr. 32 d'As par litre pour Vichy-Grande-Grille; 0 milligr. 42 pour Vichy-Mesdames; 4 milligr. 7 pour La Bourboule-Choussy; 6 milligrammes pour la Bourboule-Croizat (Léonardon, Dosage de l'arsenic dans les eaux minérales. *Thèse de Pharm.*, 432 p., Paris, 1924).

Dans les vins provenant de vignes traitées aux arsenicaux, on a parfois relevé des teneurs de 1 milligramme d'As par litre.

l'observation d'oiseaux-gibier vivant librement au contact des cultures traitées aux arsénates.

2° Au cours de l'enquête, 15 p. 100 des réponses signalent la découverte d'animaux morts, suspects d'avoir été empoisonnés. Dans une demi-douzaine de cas, seulement, nous ont été indiquées, avec précision, des mortalités de gibier pouvant être dues aux traitements antidoryphoriques; ces pertes s'élevaient soit à quelques individus, soit à quelques dizaines d'individus par département. Dans aucun de ces cas, l'intoxication n'a été confirmée par une preuve matérielle.

Dans le département de la Loire, où des poudrages à l'arséniate de chaux ont été réalisés sur de grandes surfaces, l'intoxication mortelle d'une trentaine de Perdrix et de quelques volailles paraît vraisemblable. Ces pertes sont localisées sur un petit nombre de points et correspondent à des tâtonnements dans la manière d'opérer.

3° Les efforts ont été intensifiés en vue d'une recherche toxicologique de l'arsenic dans les cadavres. Aux 11 cadavres reçus en 1935 et 1936, 55 nouvelles pièces sont à ajouter. Dans 41 cas, l'intoxication a été mise hors de cause (mort survenue hors de la période des traitements, maladies parasitaires, etc.) Restaient 25 cas dans lesquels l'analyse seule pouvait donner une réponse certaine : sur ce nombre, 8 analyses ont montré la présence de l'arsenic; il s'agissait d'un Poulet, de 4 Dindonneaux, de 2 jeunes Pintades et d'un Merle. Les 7 volailles appartenaient à deux fermes de la même localité et ont succombé à la suite du même poudrage à l'arséniate de chaux. Le Merle a été, très vraisemblablement, intoxiqué par des vers de terre préparés pour l'empoisonnement des Taupes.

Au total, les traitements antidoryphoriques sont responsables d'une intoxication certaine de quelques volailles, mais d'aucun gibier.

4° L'observation assidue de Perdrix et de Faisans, jeunes et adultes, en élevage, au contact de cultures traitées aux arsénates ou circulant librement auprès de champs de pommes de terre soumis aux pulvérisations, n'a permis de remarquer aucune mortalité.

Les oiseaux n'ont pas consommé de Doryphores.

5° La dose minima mortelle de l'arséniate de plomb est de 1.500 milligrammes par kilogramme de poids vif pour le Faisan jeune et adulte; elle est également voisine de 1.500 milligrammes pour le jeune Perdreau, alors qu'elle s'abaisse à 300 milligrammes pour la Perdrix grise adulte. Les jeunes de cette espèce sont donc moins sensibles que les adultes aux traitements arsenicaux.

6° Des expériences ont montré que l'eau de pluie arrosant les parcelles de pomme de terre traitées par pulvérisations ou poudrages arsenicaux, n'entraîne pas, dans les conditions normales, des quantités d'arsenic dangereuses. Le chiffre le plus élevé obtenu dans des eaux de ruissellement est de 1 milligramme d'arsenic (As) par litre.

7° L'ensemble de ces recherches et toute la documentation rassemblée jusqu'à ce jour confirment, d'une façon définitive, que les traitements arsenicaux contre le Doryphore ne peuvent entraîner des mortalités de gibier que dans des cas tout à fait exceptionnels.

PLANCHE I.

INSTALLATION DE PERDREAUX ET FAISANDEAUX AU CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES.

- A. *Vue des parquets à perdreaux et faisandeaux.* — A la face nord de l'enclos, à droite sur la photographie, le grillage a été doublé d'un paillason comme protection contre le vent. La saison étant très pluvieuse, une bâche a été tendue au-dessus des boîtes d'élevage.
- B. *Une boîte d'élevage et les enclos du premier âge.* — La boîte a été copiée sur celles qu'emploie M. BÉCHU, garde-chef du comte DE FELS; les poussins passent à travers les barreaux, la poule-mère reste à l'intérieur. Pendant leurs quatre premiers jours, les poussins furent tenus entre la boîte et la bande transversale de grillage, une plaque de fibro-ciment évitant le contact des pattes avec le sol.
Le quatrième jour, on enlève la cloison, les oiseaux circulent dans tout l'ovale. Au seizième jour, le 5 juillet, on les lâche dans les 40 mètres carrés de leur grand enclos.
- C. *Après l'enlèvement des bâches.* — Un auvent, placé sur quatre piquets, abrite la plaque de fibro-ciment qui sert aux essais de nourriture.

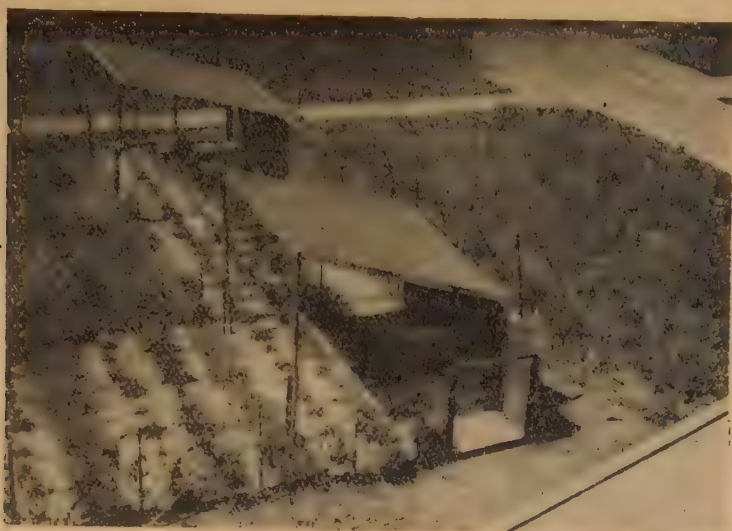


PLANCHE II.

OBSERVATIONS DE JEUNES PERDREAUX ET FAISANDEAUX SUR DES CHASSES ET À VERSAILLES.

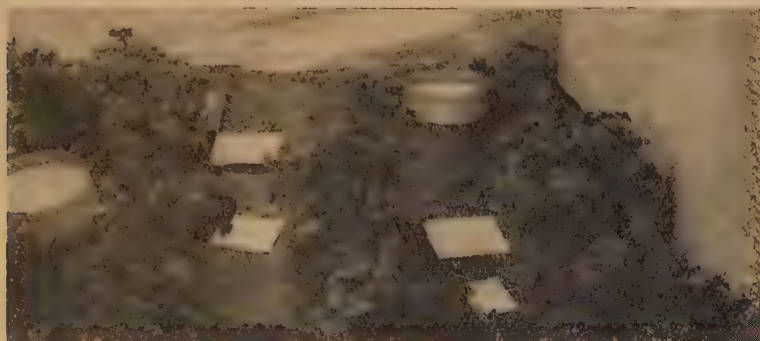
- A. *Élevage de jeunes perdreaux chez M. DAVID-WEILL.* — La boîte d'élevage contenant une compagnie de poussins de perdreaux est placée en bordure d'un champ de pommes de terre traité aux arsenicaux. La nourriture est donnée sous le petit abri que l'on voit à droite, ce qui attire les oiseaux vers les pommes de terre.
- B. *A Versailles : le parquet ovale du cinquième au seizième jours.* — Bien en évidence sur une plaque, des feuilles de pommes de terre portant des larves de Doryphores à différents âges. Les œufs de fourmis sont semés sur l'avant de la plaque et les oiseaux marchent sur les feuilles en se dirigeant vers leur nourriture.
- C. *A Versailles : le petit enclos pour les quatre premiers jours.* — Dans les angles, pieds de pommes de terre couverts de larves et d'adultes de Doryphore. Sur le sol, la plaque de fibro-ciment sur laquelle des Doryphores, larves et adultes, ont été mêlés aux œufs de fourmis.
- D. *Perdreaux chez le comte DE FELS.* — Une compagnie de jeunes perdreaux dans les élevages. On mélange à leur grain, sur le sol, des larves et des adultes de Doryphore. Leur confiance permet de les observer à faible distance.
- E. *Dans un champ de pommes de terre clos de grillage, perdrix adultes entravées.* — Intentionnellement, les pommes de terre n'ont pas été traitées. Leur feuillage, très attaqué par le Doryphore, met larves et adultes bien en vue.



PLANCHE III.

LES EXPÉRIENCES SUR LE RUISSELEMENT.

-
- A. *Expériences avec pluie artificielle.* — Mise en place du dispositif d'expérience sur le carré de pommes de terre n° 4.
- B. *Une partie du même carré.* — Deux des pluviomètres dont un entièrement visible (en haut et à droite). Quatre plaquettes en fibro-ciment recouvrant des récipients en verre ou des couronnes en zinc enfoncés au ras du sol : sous la plaquette du haut, on distingue les bâtonnets qui l'éloignent du bord du récipient et permettent l'entrée de l'eau de ruissellement.
- C. *Au cours de l'essai de pluie artificielle.* — Le chronométrage.
- D. *Les expériences de M. MARCEL.* — En bas, à gauche, couvercle du bac récepteur en tôle galvanisée de 1 mètre d'entrée. Enfoncé au ras du sol, il recueille l'eau de pluie naturelle qui ruisselle des deux rangées de pommes de terre situées en avant de lui. A droite, le pluviomètre-témoin.



CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE *VOLUMNUS OBSCURUS* POPP.

(HEMIPTERA CAPSIDAE),

AGENT DE LA « COULURE » DES FLEURS DE CAFÉIER

EN AFRIQUE CENTRALE

par Pierre LEPESME,

Chef de Travaux à l'Institut National Agronomique.

Chargé de mission en A. E. F. et au Cameroun.

Au cours d'une récente mission ayant pour but essentiel l'étude de certaines questions phytopathologiques relatives à la culture du caféier en Afrique Équatoriale française et au Cameroun, j'ai pu suivre de près, sur une plantation du Gabon, la biologie et les dégâts d'un Capside floricole de mœurs mal connues jusqu'ici, *Volumnus obscurus* Popp. Ces dégâts, se traduisant par une importante « coulure » des boutons floraux, avaient inquiété dès 1937 la Société concessionnaire qui fit alors part de ses craintes à mon maître, le Professeur P. VAYSSIÈRE, et à moi-même et nous suggéra l'idée que cette « coulure » pouvait être due à la présence de Capsides du genre *Lygus*, ainsi qu'on venait de l'observer au Congo belge et en Afrique Orientale anglaise. L'envoi régulier d'échantillons entomologiques recueillis au cours de « tests » périodiquement effectués sur la plantation ne nous permit qu'en août 1938 de déceler la présence d'un insecte voisin des *Lygus*, *Volumnus obscurus* Popp.; mais l'examen d'échantillons de boutons floraux atteints m'incita aussitôt à attribuer à cet insecte un rôle primordial dans l'épiphytie, le processus caractéristique d'avortement d'un certain nombre d'étamines coïncidant d'une manière remarquable avec celui décrit par les phytopathologistes belges sur les *arabica* du Kivu à la suite des mêmes piqûres⁽¹⁾. Mon voyage en Afrique équatoriale m'a permis de confirmer ce rôle et d'expliquer l'importance que conférait localement à ce problème un concours de conditions exceptionnellement favorables.

La présente note a pour but de relater les principaux points de la biologie du *Volumnus* dans ses rapports avec les facteurs extérieurs et d'indiquer les mesures que j'ai cru

⁽¹⁾ ST-INGER Q. H. — L'avortement des fleurs de caféier dans la région du Kivu Nord : Ann. Gembloux, mars 1937.

devoir préconiser à la suite de mon séjour, malheureusement écourté par l'ordre de mobilisation générale du 2 septembre 1939.

I. Étude systématique et description.

1° POSITION SYSTÉMATIQUE.

Volumnus obscurus Poppius 1914 ⁽¹⁾ appartient à la famille des *Capsidae* (*Miridae*), ordre des *Hemiptera*, sous-ordre des *Heteroptera*. La famille des Capsides est sans contre-dit la famille d'Hémiptères Hétéroptères qui présente le plus d'importance au point de vue agricole dans la zone équatoriale. Un grand nombre de ses représentants, appartenant plus spécialement aux genres *Stenotus*, *Sahlbergiella*, *Helopeltis* et *Lygus* sont de redoutables parasites de nos cultures coloniales. Citons avant tout en Afrique centrale *Lygus coffeae* China, *L. Ghesquierei* Schouteden et *Lycidocoris mimeticus* Reut. et Popp. sur caféier, *Helopeltis Bergrothi* Reut. et *Lygus* spp. sur cotonnier, *Sahlbergiella singularis* Hegh. sur cacaoyer.

Ces insectes provoquent par leurs piqûres, à l'état larvaire comme à l'état adulte, l'avortement des organes floraux (*Lygus*) ou la formation de chancres sur les jeunes rameaux (*Helopeltis*, *Sahlbergiella*). Le mécanisme de ces manifestations pathologiques est mal connu, comme, en général, tout ce qui touche la biologie des Capsides; il semble bien que l'on assiste, au moins dans le second processus, à une simple réaction locale des tissus à l'inoculation d'un liquide salivaire irritant ou toxique, mais il n'est pas exclu que ce processus soit en rapport avec l'inoculation de germes infectieux ou même d'ultra-virus.

L'étude biologique de ces Capsides s'impose d'autant plus que certaines espèces, incriminées tout d'abord dans les épiphyties précitées, sont au contraire de précieux auxiliaires prédateurs de leurs congénères phytophages : tels sont les *Deraeocoris*. D'autres (*Sthenarus* et *Probosciodocoris*) manifestent un régime mixte; d'autres enfin (*Creontiades* et *Megacoelum*), tout en piquant les organes reproducteurs avant ou après la formation du fruit, sont des parasites tout à fait secondaires du caféier ou du cotonnier; beaucoup d'ailleurs sont polyphages et c'est le cas des *Megacoelum*.

2° DESCRIPTION DU *Volumnus obscurus* POPP.

L'adulte mesure 6 à 7 millimètres de long sur 2,5 à 3 millimètres de large. Il est ovulaire, allongé, très déprimé et présente une déclivité accentuée des hémélytres à partir des deux tiers de sa longueur. Sa teinte générale est brun clair, à l'exception du thorax brun noir et des dessins qui ornent la partie déclive des hémélytres; il est recouvert d'une fine pubescence blonde peu dense, mais assez régulière (fig. 1).

Tête petite, triangulaire, fortement pubescente. Yeux volumineux, noirs, insérés

⁽¹⁾ POPPIUS B. Die miriden der athiopischen region : II. *Macrolophinae*, *Heterodominiae*, *Phyllinae*. Act. Soc. Sc. Fenn., XLVI, p. 111, 1914.

latéralement. Antennes de quatre articles, le premier fusiforme, environ six fois aussi long que sa largeur maxima, entièrement brun noir, le second en massue grêle et très allongée, deux fois et demi aussi long que le premier, jaune pâle sur le quart basilaire, brun noir sur le reste, le troisième sub-cylindrique, égal à la moitié du second, entièrement jaune pâle, verdâtre ou rosé, le quatrième fusiforme, terminé en pointe, à peine plus long que la moitié du troisième et entièrement brun noir.

Thorax subtriangulaire, plus de deux fois aussi large que long, assez bombé, à surface finement granuleuse, brun noir brillant, peu visiblement pubescent. Hémiélytres allongés, environ trois fois et demi aussi longs que leur largeur maxima, leur moitié anté-

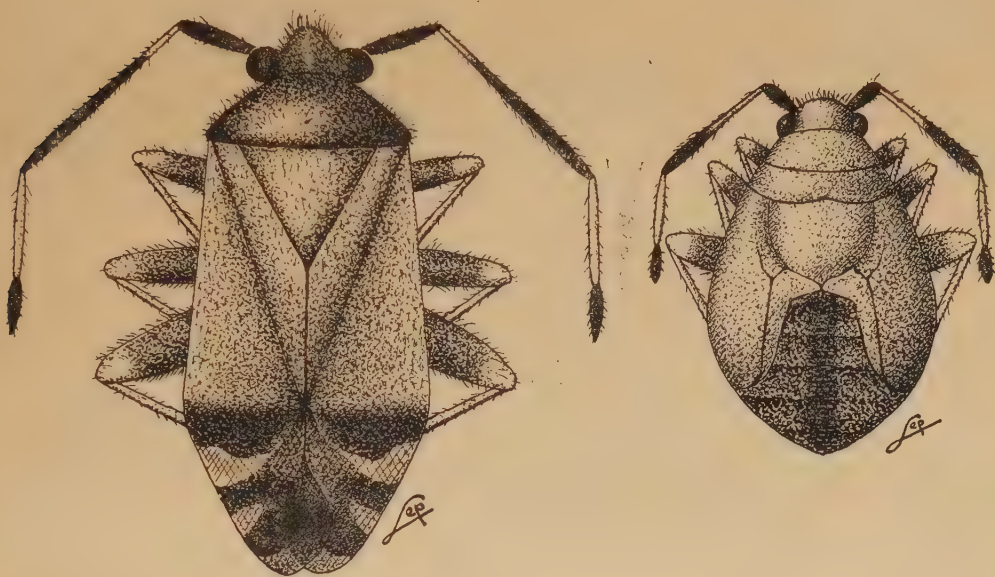


FIG. 1. — *Volumnus obscurus* Popp., adulte et larve ($\times 20$).

rieure de forme triangulaire, de teinte brun clair, leur moitié postérieure s'abaissant brusquement en faisant un angle de 45° avec la partie antérieure, de teinte brune, à l'exception d'une grande et d'une petite tache claire subtriangulaire bordée par trois bandes transversales brun sombre.

Face ventrale brun rouge. Fémurs bruns, sauf les extrémités jaune pâle, verdâtres ou rosées comme les tibias et les tarses. Les fémurs postérieurs sont très élargis, les tibias correspondants grêles et très allongés.

La larve est plus trapue que l'adulte et régulièrement pyriforme; à son complet développement, elle mesure 5 à 6 millimètres de long sur 3,5 à 4 millimètres de large. Sa teinte générale est vert clair, mais une fois morte, elle brunit rapidement. Elle est facile à identifier à ses antennes très semblables à celles de l'adulte dont les quatre articles diffèrent à peine en proportion, tout en étant plus courts et plus trapus; le premier et le quatrième sont brun noir, le troisième jaune pâle ou vert clair; quant au second, il est partie jaune pâle, partie brun noir comme chez l'adulte, mais la partie claire y est presque égale à la partie sombre.

II. Étude biologique du *Volumnus obscurus* Popp. dans son habitat normal.

1° DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

Le *Volumnus obscurus* Popp. n'était connu avant sa découverte sur la plantation de Libonga sise à 15 kilomètres du port de Mayumba (Gabon) que de l'Uganda (1927), de l'Ituri et du Kivu (1937). On pouvait supposer que sa présence au Gabon provenait d'une importation accidentelle de ces régions. Mais au cours de ma tournée, je trouvai successivement cet insecte aux environs de Dschang et d'Amongbang (Cameroun), à Carnot et à Salo (Moyen-Congo), enfin à Bossembélé (Oubangui-Chari) sur des plantes indigènes croissant dans les endroits humides, c'est-à-dire dans des conditions d'habitat normal. Il semble donc bien que l'aire d'habitat spontané de l'espèce doive comprendre la majeure partie de la zone équatoriale africaine.

2° BIOLOGIE ET MOEURS.

Partout où j'ai rencontré le *Volumnus* en dehors de Libonga, il était en petit nombre et, ainsi que je l'ai dit ci-dessus, sur un certain nombre de plantes spontanées des marécages, des bords des ruisseaux et des mares, tous endroits dénommés communément en Afrique « marigots ». Les phytopathologistes belges attachaient jusqu'alors une grosse importance à la connaissance de ces plantes-hôtes, foyers d'infection primaire par excellence; deux espèces étaient connues, *Basella alba* (Basellées) et *Adénia cissampeloides* (Passifloracées), toutes deux lianes luxuriantes formant parfois de grands massifs dans les endroits frais et humides. Malheureusement, j'ai recueilli en A. E. F. un trop grand nombre d'autres espèces de ces plantes-hôtes, sans d'ailleurs observer de spécificité alimentaire du *Volumnus* vis-à-vis de l'une ou de l'autre, pour qu'on puisse continuer d'y attacher une importance pratique. Il ne saurait en particulier être question de les rechercher d'une manière systématique pour les détruire, comme on le recommandait au Congo belge.

L'insecte, tant à l'état adulte qu'à l'état larvaire, se nourrit en pompant la sève des végétaux. Il abaisse son rostre, tenu au repos contre la face sternale, jusqu'à faire un angle d'environ 45° avec cette dernière, et l'enfonce d'un mouvement régulier assez rapide dans les tissus tendres de la plante : boutons floraux, fleurs épanouies, bourgeons, jeunes feuilles ou même jeunes tiges; puis il aspire la sève pendant un temps qui peut être assez long s'il n'est pas dérangé. Il n'existe pas non plus de spécificité vis-à-vis de tel ou tel tissu, si ce n'est la recherche de tissus tendres et riches en sève. Le nombre de piqûres que cet insecte peut ainsi effectuer au cours d'une journée est considérable; j'ai vu un adulte piquer un bouton floral en onze points successifs en l'espace d'une demi-heure.

Le *Volumnus* est très agile; à l'état adulte, il s'envole dès qu'on l'approche ou que son support s'agite; à l'état larvaire, où les ailes ne sont pas encore développées, il contourne son support pour se rendre invisible et peut jouer ainsi inlassablement à cache-cache avec l'observateur en mettant son support entre ce dernier et lui-même. D'une manière

générale, il fuit la lumière vive, et, au repos, se tient toujours à l'ombre. Il n'est pas attiré la nuit par l'éclairage artificiel. Son vol paraît peu puissant, il se pose toujours à quelques mètres au plus de son point de départ et ne semble pas susceptible de parcourir de longues distances.

Les événements ne m'ont pas laissé le temps de préciser le cycle évolutif de ce Capside, mais je suis certain que plusieurs générations se succèdent dans l'année. J'ai trouvé des adultes à la fois pendant la saison des pluies au Cameroun et en Oubangui et pendant la saison sèche au Gabon. Leur existence paraît de courte durée; la plus longue que j'ai observée en élevage ne dépasse pas quatre jours, alors que j'ai conservé des larves vivantes pendant plus de dix jours. Les générations successives se chevauchent, et à Libonga en août, on avait à la fois des adultes et des larves à tous les stades d'évolution.

III. Étude biologique du *Volumnus obscurus* Popp. sur la plantation de Libonga.

Pullulation et migration du Capside. Coulture des fleurs de caféier.

Le fait d'avoir trouvé le *Volumnus* un peu partout au Cameroun et en Afrique Équatoriale française dans les conditions précitées me fit envisager le problème dans son ensemble sous un jour nouveau, en apparence plus inquiétant si l'on considère que la présence d'un peuplement spontané, si pauvre soit-il, peut amener rapidement la création d'importants foyers d'infection, mais en réalité plus rassurant, si l'on réfléchit au fait que la pullulation de cet insecte dans une seule plantation de nos territoires équatoriaux, alors qu'il y existe partout à l'état spontané, ne pouvait être due qu'à un concours de conditions exceptionnellement favorables. D'autre part, le caféier ne constituait sans nul doute pour le *Volumnus* qu'un hôte secondaire accidentel et il me fallait expliquer les raisons de la migration de l'insecte sur cette essence. Ce sont les différents facteurs de la pullulation et de la migration de ce Capside que j'étudierai ci-dessous.

1° FACTEURS DE PULLULATION.

Le premier de ces facteurs se rattache à l'emplacement défectueux de la plantation. Le sol, argileux et compact, y est, par son imperméabilité, responsable d'une quantité invraisemblable de « marigots » (fig. 2) De multiples ruisseaux s'étalent en plusieurs points, en raison de la topographie vallonnée du terrain, en vastes cuvettes marécageuses pourvues d'une flore spontanée très riche en espèces et individus. Cette flore réalise un véritable « eden » pour le *Volumnus* et quelques autres Capsides qui y abondent pendant toute la saison des pluies, ainsi que sur les bords de la rivière Dounvou qui longe la face sud de la plantation.

L'accroissement de population de ces insectes est en outre favorisé par les conditions climatiques, second facteur de pullulation. Le climat de la région est un climat équatorial de type maritime et comme tel se caractérise par: 1° un degré hygrométrique constamment élevé; 2° une température douce à écarts faibles, toutes conditions favorables à une évolution rapide et continue du *Volumnus*. On observe normalement à Libonga une saison des pluies allant de fin septembre à la mi-mai avec un total de précipitations ne dépassant pas 2 mètres (maximum : 1.997 millim. en 1933), et une saison sèche bien marquée allant de la mi-mai à fin septembre avec en outre une petite saison

sèche peu nette fin janvier-début février. La proximité de la mer maintient à Libonga pendant toute la durée de la saison sèche un degré hygrométrique supérieur à 65



FIG. 2. — Plan de la plantation de Libonga (Gabon).

p. 100 et l'évolution du *Volumnus* n'a *a priori*, aucune raison de se ralentir pendant les mois de juin, juillet et août, comme c'est le cas partout ailleurs où j'ai trouvé ce Capside dans son habitat normal. J'ajoute qu'un tel climat maritime avec des brouil-

lards fréquents est d'ailleurs peu favorable au développement végétatif et surtout reproductif des caféiers.

2° FACTEURS DE MIGRATION.

On se trouve donc à Libonga, au début de la saison sèche, en présence d'un peuplement arrivé à son maximum de densité à la suite d'un accroissement continu pendant la saison des pluies sous l'influence des conditions optima exposées ci-dessus. Ce peuplement est en face de conditions biologiques diamétralement divergentes; conditions climatiques demeurant favorables d'une part, conditions alimentaires devenant déficientes d'autre part; en effet les vastes cuvettes marécageuses de la plantation se vident, s'assèchent et voient leur flore spontanée dépérir et disparaître; il ne subsiste que quelques petits îlots de plantes-hôtes sur le bord des gros ruisseaux et de la rivière Dounvou. Il est dès lors facile de comprendre que, voués à une famine certaine en présence de toutes autres conditions favorables, les *Volumnus* se portent en masse sur la seule plante qui puisse alors fournir la sève nécessaire à leur alimentation : le caféier.

La principale floraison du caféier a lieu fin août-début septembre, les boutons floraux faisant leur apparition à partir de la mi-juillet. Mais même au début de juin, cet arbuste a une activité physiologique suffisamment intense pour permettre aux insectes de s'alimenter en piquant les bourgeons et les jeunes pousses; d'ailleurs, la migration s'échelonne sur un à deux mois, les insectes ne quittant les « marigots » qu'au fur et à mesure de la disparition des plantes-hôtes. En présence des conditions climatiques et surtout hygrométriques toujours favorables, la densité du peuplement sur le caféier ne fait que s'accroître, aidé en cela par le développement de l'appareil reproducteur du nouvel hôte. Il n'existe aucune spécificité du *Volumnus* pour le caféier qui ne se comporte que comme un hôte secondaire et accidentel.

3° LA « COULURE » DES FLEURS DE CAFÉIER.

La « coulure » des fleurs des caféiers de Libonga résulte essentiellement des piqûres renouvelées du *Volumnus* à l'état adulte ou larvaire. Au sens large du mot, on englobe sous le nom de « coulure » différents processus pathologiques se manifestant sur l'appareil reproducteur des végétaux entre l'apparition des boutons floraux et la fin de la fructification, ces processus pouvant être provoqués aussi bien par des conditions météorologiques défavorables que par des agents animaux ou végétaux. Il faut toutefois distinguer deux formes typiques de « coulure », l'une se traduisant par la non-fécondation du gynécée, l'autre par le non-développement de l'ovaire fécondé. Si l'on observe les deux formes sur les caféiers de Libonga, il faut bien dire que la première est de beaucoup la plus fréquente, à la suite des piqûres du *Volumnus*, mais elle n'est pas nécessairement due à l'avortement des étamines et ne se manifeste pas toujours, loin de là même, selon le processus typique décrit par nos confrères belges sur les *arabica* du Kivu comme « dégâts caractéristiques du *Lygus* ».

Dans ces cas typiques, on observe, au bout d'un certain nombre de piqûres, les phénomènes suivants : les pétales noircissent et se détachent du disque avec ou sans l'androcée, tout en restant refermés et accrochés au style qui poursuit sa croissance normale; on a finalement une sorte de petit cône noirâtre qui reste relié à la base de la fleur par un long pédoncule et se désagrège à la moindre pression des doigts. Dans d'autres cas, le noircissement du périanthe n'est pas accompagné de l'élongation du style dont

la croissance s'arrête brusquement. Parfois encore l'ovaire seul s'atrophie et noircit. Enfin je répète qu'on assiste également à l'arrêt du développement de l'ovaire après fécondation, et qu'en dehors des organes floraux, le *Volumnus* commet aussi bien ses dégâts sur les bourgeons ou les jeunes pousses, voire même sur les jeunes tiges ou les jeunes feuilles. De tout ceci il résulte que, pas plus qu'il n'existe de spécificité de cet insecte vis-à-vis du caféier, pas plus il n'existe de spécificité pour l'appareil reproducteur et encore moins pour l'androcée; tout au plus existe-t-il une préférence pour les jeunes tissus floraux, cette préférence ne semblant imputable qu'à la recherche du tissu le plus tendre et le plus riche en sève.

Larves et adultes se tiennent en général sur les grappes florales entre deux boutons, ou, lorsqu'ils veulent se nourrir, sur le bouton lui-même; ils se placent alors selon son axe et enfoncent leur rostre à travers les pétales non dépliés jusqu'à atteindre les étamines ou le pistil; la marche de la piqure est exactement la même que sur les plantes spontanées. Un seul insecte est susceptible au cours de son existence d'effectuer un nombre considérable de piqures, comme sur ces dernières et l'on conçoit que la présence d'un peuplement important de l'espèce sur le caféier puisse provoquer, ainsi qu'on eut à le déplorer à Libonga, la coulure de près de 80 p. 100 des fleurs de la plantation. L'importance de cette coulure s'accroît régulièrement de juillet à septembre en fonction de l'accroissement du peuplement.

Au début de la saison des pluies, les insectes émigrent de nouveau en grand nombre, sur les plantes spontanées des zones marécageuses, jeunes et riches en sève, alors que le caféier, poursuivant le développement de ses fruits, offre un habitat bien moins favorable. Néanmoins, il reste toujours sur cet arbuste de petits foyers de Capsides qui poursuivent leur évolution. J'ai dit qu'en janvier-février on observait en général à Libonga une petite saison sèche, mais cette saison sèche est peu marquée et le *Volumnus* ayant à sa disposition abondance de plantes spontanées ne passe qu'en petit nombre sur les caféiers. En juin-juillet par contre la migration reprend en masse et le cycle continue. On a en somme une double migration entre un hôte de saison sèche et un hôte de saison humide, avec persistance d'une minorité sur l'hôte délaissé. C'est ce que j'ai schématisé dans le graphique ci-dessous (fig. 3).

IV. Mesures préconisées contre le *Volumnus obscurus* Popp.

1° MESURES CURATIVES PRÉCONISÉES SUR LA PLANTATION DE LIBONGA.

Le cycle précédemment décrit impliquait la nécessité de diriger la lutte parallèlement sur les caféiers et sur les plantes-hôtes.

a. Plantes-hôtes.

Il importait avant tout à mes yeux d'entreprendre l'assèchement progressif des cuvettes marécageuses de la plantation par drainage des parties basses; ce travail qui représente un effort considérable est en cours et est complété par la destruction sulfurique de toute la végétation spontanée de ces cuvettes ainsi que des bords des ruisseaux et de la rivière *Dounvou*.

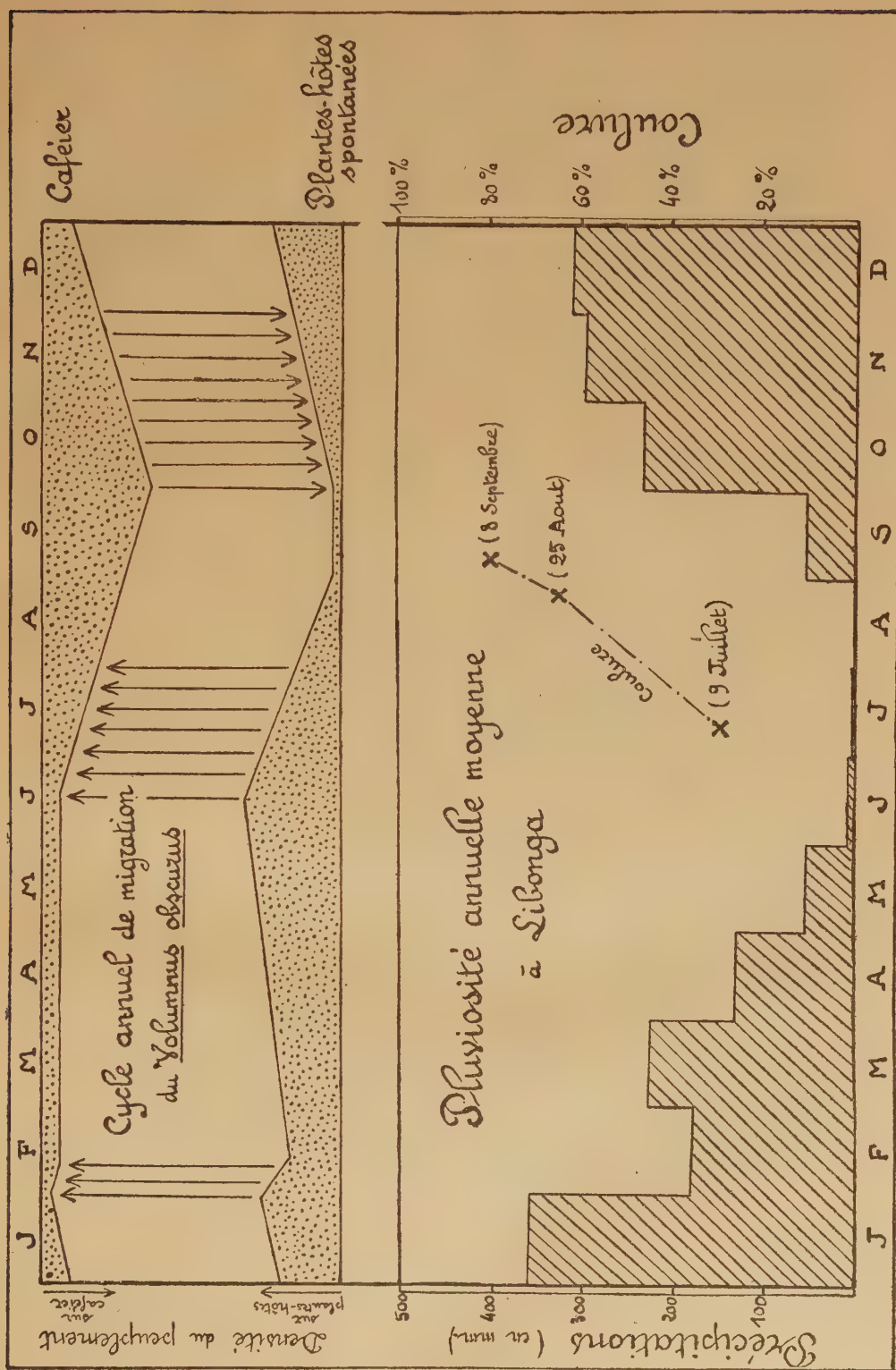


FIG. 3. — Graphique du cycle annuel de migration du *Volumnus obscurus* à Libonga, en fonction de la pluviosité.

b. *Caféiers.*

Pour réduire le peuplement capsidologique des caféiers, j'ai tout d'abord envisagé la récolte à la main de ces insectes par une équipe d'indigènes entraînés à cette pratique. Bien que très agile, le *Volumnus* se laisse facilement tomber lorsqu'on inflige au rameau qui le porte une petite secousse brusque et il suffit de tenir au-dessous un récipient contenant du pétrole ou tout autre liquide insecticide. Avec des indigènes actifs et consciencieux, et en pratiquant de façon systématique et régulière cette méthode toute l'année, on arrive à détruire un grand nombre de Capsides. Malheureusement tout dépend de la mentalité des indigènes et il ne semble pas qu'à Libonga on puisse attendre beaucoup des peuplades fournissant la main-d'œuvre locale, malgré l'établissement d'une prime de capture.

Les traitements chimiques paraissent plus indiqués. Dès la fin de 1938, j'avais demandé à la Société concessionnaire de prévoir l'envoi de poudre de pyrèthre et de poudreuses sur la plantation, m'en référant aux recherches des phytopathologistes du Congo belge et de l'Est africain anglais. Ceux-ci en effet ont surtout porté leurs efforts sur la lutte chimique contre *Lygus* et *Antestia* et en particulier sur l'emploi de la poudre de pyrèthre en mélange avec quatre à six parties de cendre de bois.

La technique des traitements est la suivante : on effectue un premier pyrèthrage des caféiers huit à quinze jours avant la floraison et on le fait suivre d'un second deux à trois semaines plus tard. Le mélange est préparé plusieurs mois à l'avance, en opérant par petites quantités (cinq litres de poudre de pyrèthre et vingt à trente litres de cendre de bois), sur une tôle ou dans une touque, à l'abri du vent ; après brassage, le produit est tamisé sur une toile métallique modèle moustiquaire ; on pilonne le résidu et on tamise de nouveau ; le mélange est conservé dans des sacs doubles à intérieur papier à l'abri de la lumière et de l'humidité ; dans ces conditions la conservation est excellente et l'on observe même un accroissement d'efficacité au cours des six premiers mois. Le moment venu, les poudrages sont effectués à l'aide de poudreuses à main ou à moteur, à raison de quinze à vingt kilogrammes de mélange par hectare, soit quinze à vingt grammes par caféier (ce qui correspond à quatre grammes de pyrèthre pur). Il convient d'opérer de préférence par temps calme et sec, sans vent ni pluie. Ces traitements ne sont d'ailleurs jugés nécessaires que s'il existe en moyenne plus de cinq *Volumnus* par arbre sur *robusta* ou *excelsa*, plus de trois sur *arabica* : les « tests » décrits plus loin permettent d'évaluer cette densité.

J'ai suivi lors de mon séjour à Libonga, les essais de pyrèthrage effectués selon cette technique, partie à l'aide de poudreuses à main, partie à l'aide d'une petite poudreuse à moteur à traction humaine montée sur roues pneumatiques et équipée de deux lances. Les poudreuses à main ont donné toute satisfaction et leur robustesse permet un long usage entre les mains des indigènes pourtant peu soigneux ; par contre, la poudreuse à moteur ne répondait nullement aux exigences demandées par sa fragilité incompatible avec un travail sur un terrain toujours plus ou moins accidenté et encombré de vieilles souches qu'il lui faut franchir sans cesse. La motoculture coloniale nécessite des appareils spécialement conçus pour des sols à parcours pénible, et, il ne faut pas l'oublier, un climat très humide. D'autre part, il fut peu aisé de réduire le débit à vingt kilogrammes par hectare et dans les conditions actuelles je crois préférable de s'en tenir aux seules poudreuses à main, étant donné le bas prix de la main-d'œuvre indigène.

Ces traitements atteignent malgré tout un prix élevé, la poudre de pyrèthre utilisée, poudre pure titrant 4,50 p.1000 de pyrèthrines, revenant rendue sur place à onze francs



1



2



3



4



5



6

1. La plantation de Libonga (Gabon). Au premier plan, un des multiples ruisseaux qui traversent la plantation.
2. Essais de différents mélanges pyrèthre-cendre de bois à l'aide de la poudreuse à main «Finette» Vermorel. Cette poudreuse convient parfaitement pour exécuter les «tests» de dénombrement des *Capsides* floricoles.
- 3, 4. Pyrèthrage des caféiers de Libonga par poudreuse à moteur.
- 5, 6. Cages utilisées pour l'élevage du *Volumnus*; les piquets supportant les cages sont enduits d'un produit adhésif destiné à protéger l'élevage contre les fourmis.

le kilogramme, soit une dépense de 5.500 francs par cent hectares, de plus de 10.000 francs pour l'ensemble de la plantation; ces chiffres sont sensiblement identiques avec une poudre titrant 0,70 p. 100 de roténone du cubé (*Lonchocarpus nicou*) et 0,08 p. 100 de pyrèthrines du pyrèthre. Il fallait en outre cinq tonnes de cendre, représentant la combustion de près de cent tonnes de bois; ce chiffre effarant fut assez facile à obtenir en achetant la cendre aux indigènes qui se chargèrent volontiers de ce travail peu fatigant; Libonga se trouve d'ailleurs en pleine zone forestière et les essences dénuées de valeur commerciale telles que le fromager abondent aux alentours de la plantation.

Il est encore trop tôt pour formuler une opinion définitive quant aux résultats de ces traitements commencés en 1939 seulement. J'ai l'espoir qu'ils seront satisfaisants, mais je crains toutefois que, d'une part l'humidité de la région et plus spécialement la quasi-permanence des brouillards, d'autre part, la déficience et la mauvaise qualité de la main-d'œuvre locale ne constituent des obstacles assez sérieux à la réussite de ces opérations.

Au Congo belge, on remplace parfois les poudrages contre les *Lygus* et *Antestia* par des pulvérisations de pyrèthrines miscibles à l'eau et à la bouillie bordelaise. Le prix de revient en est toutefois plus élevé. Je n'ai pas eu l'occasion de les essayer.

Il serait plus intéressant, à mon avis, d'expérimenter de façon précise et systématique dans nos colonies équatoriales les macérations de tabac indigène dans de l'eau acidulée par 2 p. 100 d'acide sulfurique, ces macérations étant additionnées au moment de l'emploi de la quantité de carbonate de soude nécessaire pour libérer la nicotine base qui s'y trouve à l'état de sulfate et d'un mouillant quelconque tel que le savon neutre. Les dosages de nicotine dans les tabacs indigènes que j'ai eu l'occasion de faire en Afrique équatoriale française m'ont révélé une teneur toujours assez élevée pour qu'on envisage leur emploi comme insecticide ⁽¹⁾; on pourrait d'ailleurs, le cas échéant, les renforcer par des jus concentrés titrés importés de la métropole. J'envisage même d'obtenir sur place ces jus concentrés qu'il suffirait de diluer au moment de l'emploi, évitant ainsi le recours aux macérations simples dont la conservation est très limitée.

2° MESURES PRÉVENTIVES PRÉCONISÉES DANS L'ENSEMBLE DE LA COLONIE.

Je conseille tout d'abord aux planteurs d'éviter, lors du choix de leur concession, un sol trop compact et surtout un terrain tel que la topographie des lieux conduise à la formation de vastes cuvettes marécageuses permanentes ou temporaires comme c'est le cas à Libonga. S'il en est malgré tout ainsi, ils devront s'efforcer d'aménager un écoulement de ces cuvettes et même de procéder au drainage de leurs terres. Le travail du sol, soit à la main (houe), soit mécanique (pulvérisateurs à disques) ne devra jamais être négligé. Je leur conseille en outre vivement d'effectuer chaque année, un bon mois avant la floraison, une taille sévère des arbustes accompagnée de l'incinération des produits de la taille. Cette mesure qui donne plus de vigueur au sujet au moment de la floraison a aussi pour résultat de réduire le cas échéant le peuplement capsidologique dans une proportion non négligeable.

Enfin s'ils constatent la présence de *Volumnus* ou autres Capsides floricoles sur leurs caféiers au début de la saison sèche, il leur sera prudent d'effectuer deux à trois semaines

⁽¹⁾ Cf. *Revue de Botanique appliquée*, juin 1940.

avant la floraison des « tests » ayant pour but d'évaluer la densité moyenne de ces insectes sur la plantation. Ces « tests » doivent être exécutés à raison d'un par cinq hectares, chacun portant sur cinq arbres par exemple. Il suffit d'utiliser pour cela deux pièces de toile que l'on étend sous cinq caféiers en ligne en les juxtaposant au niveau des pieds et d'effectuer ensuite un poudrage pyrèthre-cendre de bois à l'aide d'une petite poudreuse à main ; on ramasse aussitôt tous les insectes tombés sur la toile, on secoue les arbres dix minutes plus tard et on ramasse de nouveau. Il ne reste plus qu'à dénombrer les *Volumnus*. Si la densité de ces insectes dépasse la moyenne de trois sur *arabica*, de cinq sur *robusta* ou *excelsa*, il faudra tout de suite se préparer à traiter la parcelle et au besoin la plantation entière. Ces « tests » sont aisément exécutés par une équipe d'indigènes dressés à cet usage, en particulier par ce que j'appelle l'« équipe phytosanitaire » de la plantation. J'estime en effet que d'une manière générale, dans toutes les régions de l'Afrique équatoriale française et du Cameroun où l'on ne se heurte pas à une déficience trop accentuée de la qualité ou de la quantité de la main-d'œuvre, il y aurait intérêt à avoir dans chaque plantation de caféiers, une équipe phytosanitaire de cinq à dix indigènes entraînés à parcourir sans cesse la plantation en tous sens pour y ramasser et détruire tous échantillons entomologiques ou cryptogamiques de présence anormale. Cette équipe phytosanitaire recrutée par exemple à raison d'un indigène par trente hectares plantés en caféiers de plus de trois ans et conduite par un moniteur initié, aurait pour mission :

- a. De capturer les *Zonocerus*, les *Antestia*, les Capsides et les chenilles défoliatrices ;
- b. De cueillir les cerises noires « scolytées » sur l'arbre et de ramasser celles tombées à terre, le tout étant ensuite désinsectisé par ébouillantage ;
- c. De repérer, aux amas de sciure fraîche existant au pied des arbustes, la présence de « borers » du tronc (*Bixadus sierricola*, *Apate monachus*, etc.), d'extirper les larves de leur galerie à l'aide d'un fil de fer recourbé à l'extrémité et de boucher l'orifice par un tampon d'argile, après injection d'essence ou d'un autre produit larvicide ;
- d. De détruire les nids d'*OEcophylla* et toutes fourmis protégeant les Cochenilles et gênant les récolteurs et au besoin de procéder au ceinturage des troncs par des bandes gluantes ;
- e. De signaler les dégâts caractéristiques des *Volumnus* et *Antestia* et les arbustes montrant des symptômes de « pourridié » (jaunissement, dessèchement et chute des feuilles commençant d'un seul côté et à partir du sommet). Ces arbres doivent être immédiatement arrachés et brûlés et la terre environnante arrosée dans un rayon d'un mètre avec une solution de sulfate de cuivre ;
- g. D'exécuter, si besoin est, deux à trois semaines avant la floraison, des « tests » de dénombrement des Capsides floricoles et *Antestia*.

De telles équipes fonctionnent déjà dans quelques plantations et les résultats en sont remarquables. Une condition *sine qua non* d'efficacité de ces équipes existe toutefois, c'est qu'elles fonctionnent sans interruption toute l'année, chose très difficile à faire admettre aux planteurs, même dans les régions peuplées et malgré le bas prix de la main-d'œuvre indigène.

NOTES DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE

par KUHNHOLTZ-LORDAT,

Laboratoire de Botanique de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier.

1. La tavelure du neflier du Japon ou bibacrier.

(*ERIOBOTRYA JAPONICA.*)

La première description de cette tavelure est due à CAVARA qui en fit un *Basiascum* puis, à juste titre, un *Fusicladium* (*F. eriobotryae* CAVARA 1892). Mais sa description, parue dans l'herbier de BRIOSI et CAVARA, sous n° 186, est erronée à plusieurs points de vue : Les taches sont inexactement représentées, les conidiophores ne sont pas des outres directement surmontées par la conidie, enfin le cordon stromatique évolue exclusivement sous la cuticule (fig. 6, d'après CAVARA).

Cette méprise fut signalée par PEGLION qui rattacha le parasite comme simple variété à la tavelure du poirier (*F. pirinum* var. *eriobotryae* Peglion 1894), alors que SCALIA revenant sur les renflements basaux du conidiophore y trouva un prétexte à le rapprocher de la Tavelure du pommier (*F. dendriticum* var. *eriobotryae* Scalia 1901). FERRARIS coupe court à l'imbroglio en composant un nouveau binôme qui met en lumière le caractère pourtant non spécifique des cordons stromatiques : *F. melanconioides* Ferraris 1909. Enfin, SACCARDO, n'admettant pas ce point de vue, en fait le *Fusicladium eriobotryae* (CAVARA) Saccardo, binôme soulignant à la fois la priorité de CAVARA et son interprétation erronée mais passant sous silence les rectifications des auteurs antérieurs.

Cette tavelure, étudiée par G. ARNAUD en 1919 aux environs de Montpellier, est en voie d'extension dans cette région. Ayant eu un matériel abondant en juin 1941, nous avons pu étudier les taches et les conidiophores sur feuilles et signalons les précisions suivantes sur leur évolution :

1° Les taches débutent par des cordons stromatiques filiformes dessinant des « hiéroglyphes » noirs en disposition rayonnante (*a*, fig. 1). Ces cordons confluent peu à peu (*b*, fig. 1) et la tache devient entièrement noire avec, sur les bords, les « prolongements dendritiques » (*c*, fig. 1). Les cordons stromatiques jeunes sont immédiatement chargés de conidiophores. L'émission des conidies correspond donc à la phase de jeunesse des taches ou bien, sur les taches âgées, à la partie jeune en voie d'extension (prolongements dendritiques); mais il peut arriver qu'il y ait aussi des cordons stromatiques en

voie d'exploration sur des parties non encore infestées au centre des taches, avec émission de conidies.

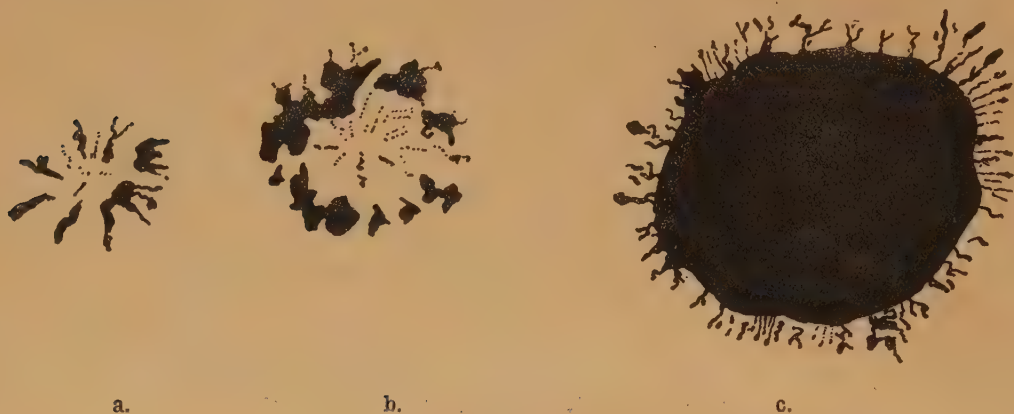


FIG. 1. — *Fusicladium eriobotryae*.

a. Tache jeune, progression centripète de cordons stromatiques (voir coupe). — b. Tache d'état moyen. — c. Tache âgée avec progression périphérique par cordons stromatiques.

En un mot, les cordons stromatiques sont immédiatement conidiogènes, comme le montrent les figures 2 et 3 prises sur la coupe transversale d'une tache au stade des « hiéroglyphes » disjoints. Cette remarque n'est pas sans importance pour l'époque des traitements.

L'étude de l'évolution des taches confirme ainsi la méprise de PÉGLION lui-même : il ne voyait dans ce *Fusicladium* qu'une variété du *F. pyrinum*. Or, une tache foliaire, sur poirier, présente une partie ancienne nécrosée et une partie jeune en voie d'extension centrifuge dite en « tache d'huile ». C'est une plage continue émettant des conidiophores très disjoints (marqués par des points noirs sur la figure 4) et non une exploration par cordons stromatiques du type « mélanconié » (*F. melanconioides* de FERRARIS), L'affinité avec la tavelure des pommiers est plus étroite: tous les deux sont bien du type *dendriticum* en raison même du mode d'extension par cordons stromatiques.

2° Les conidiophores ont une évolution qui, mal interprétée, peut donner lieu à des confusions d'ordre systématique. Un stroma jeune (fig. 5) est formé d'une masse sous-cuticulaire homogène, normale, limitée, contre la cuticule, par des hyphes très courts se cloisonnant tangentiellement (une à trois cloisons). Ce cloisonnement se traduit par une poussée perpendiculaire à la surface de la cuticule qui se rompt. L'élément terminal externe de chaque file évolue en conidiophore; il se renfle très fortement en une sorte de bouteille trapue qui bourgeonne à l'extrémité supérieure *non pas en conidie mais en filament conidiogène*. La figure 6 est des plus démonstratives: la partie renflée terminant une file d'éléments a donné un court filament conidiogène. La figure 5 montre les cloisonnements tangentiels (sorte de faux cambium) et deux éléments renflés en train de bourgeonner en un filament conidiogène. Ces dispositions typiques s'effacent peu à peu; le cordon s'étend en largeur, les conidiophores sont nettement allongés et la cellule de base de plus en plus noyée dans le stroma (fig. 3). Les figures 5, 6, 8 et 9, dessinées à la chambre claire, ont été relevées sur une coupe transversale de l'exemplaire authentique de BRIOSI et CAVARA.

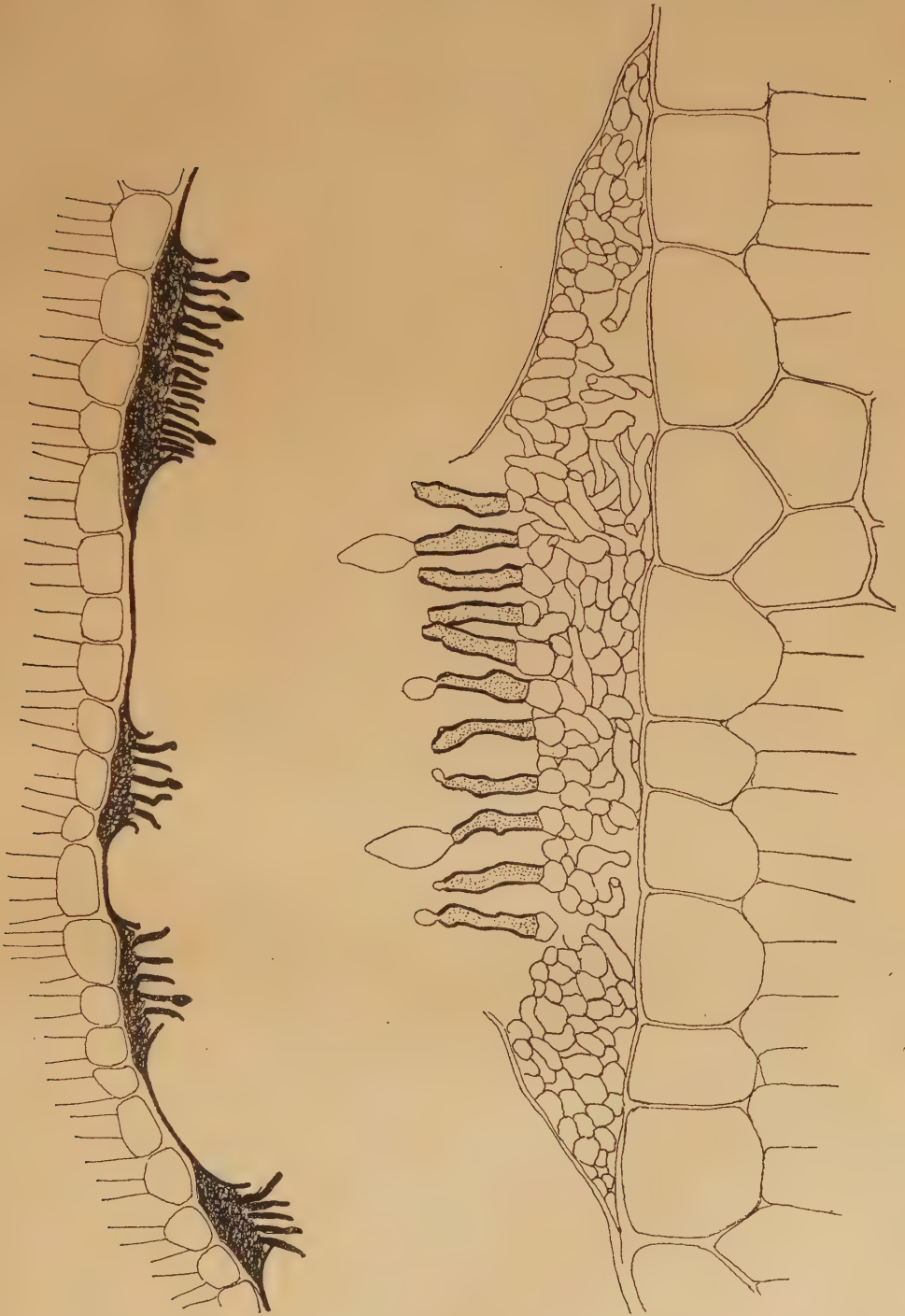


FIG. 2. — *Fusicladium eriobotryae*. Cordons stromatiques en coupe transversale.

FIG. 3. — *Fusicladium eriobotryae*. Coupe d'un cordon stromatique sous-cuticulaire.

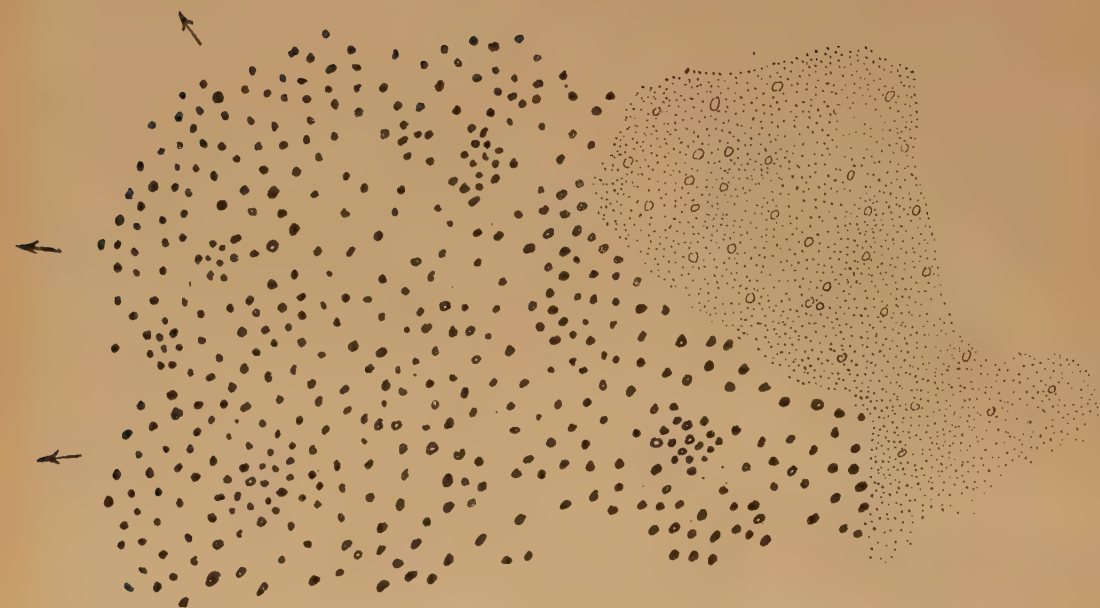


FIG. 4. — *Fusicladium pyrinum*.

Évolution en tache d'huile. Les conidiophores sont représentés par les gros points noirs sur la partie jeune et en ronds blancs sur la partie nécrosée (en pointillé).

Il n'y a pas de cordons stromatiques, mais un stroma sous cuticulaire.

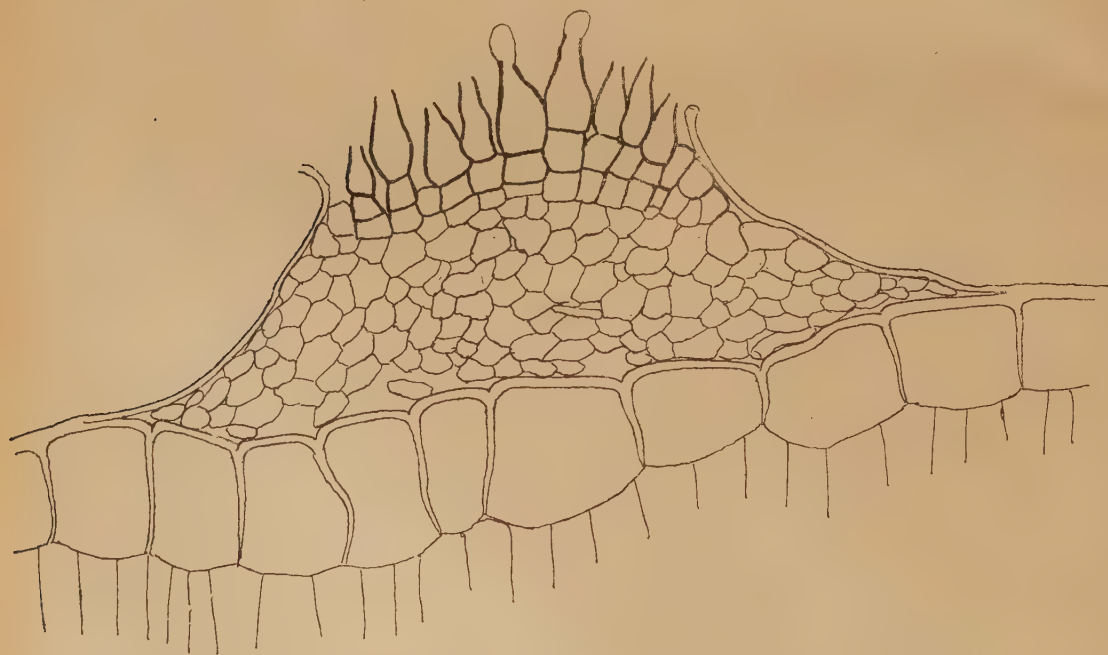


FIG. 5. — Cordon stromatique jeune de la feuille de l'herbier BRIOST et CAVARA.

Les cellules renflées sont les bases des conidiophores jeunes.

Faux cambium : cloisonnement tangentiel de la base des conidiophores dans le stroma.

Les cellules épidermiques de Cavara sont tronquées superficiellement, ce qui n'est pas exact.

On conclura de ces observations que la Tavelure du Bibacier des environs de Montpellier est bien celle inexactement décrite par CAVARA mais rectifiée notamment par FERRARIS puis SACCARDO. Elle ne saurait être considérée comme une variété de celle du pommier ou encore moins de celle du poirier.



FIG. 6. — La méprise de Cavara est évidente d'après le conidiophore.



FIG. 7. — Dessin de CAVARA (grandi 2 fois). On n'a représenté qu'une partie (le reste conforme), fig. 2 du n° 186 *Fusicladium Eriobotryae* Cavara.

L'épiderme est en réalité intact. Le stroma est exclusivement sous cuticulaire.



8



9

FIG. 8 et 9. — Conidiophores.

Conidiophores relevés à la chambre claire sur l'échantillon authentique de *Briosi* et *Cavara*

Ils ne sont pas complets en raison de l'état de vieillesse de la feuille, mais ils suffisent à établir qu'ils ne sont pas en forme d'outre, du moins dans ce cordon stromatique.

Les taches évoluent comme sur nos individus languedociens. Elles sont mal représentées in B. et C; je n'ai vu nulle part de conidiophores sphériques comme ceux représentés par B. et C.

La maladie débute en France méditerranéenne par les cordons stromatiques (hiéroglyphes) immédiatement conidiogènes (mois de juin). Elle est plus rarement constatée sur les rameaux et sur les fruits (Sicile 1910, Menton 1934). Aux traitements à la bouillie sulfocalcique mis au point par SAVASTANO à la Station expérimentale d'Aciréale (1918) il nous paraîtrait utile, si la maladie s'aggravait, d'ajouter un traitement dès juin. Soit :

Bouillie sulfocalcique :

Chaux	10 kg.
Soufre	20 kg.
Eau	100 litres.

1 ^{er} traitement	Juin	à 10 p. 100.
2 ^{me} traitement	Été	à 10-12 p. 100 (si les branches sont tavelées)
3 ^{me} traitement	Fin décembre	à 12 p. 100.
4 ^{me} traitement	Février	à 12 p. 100.

La bouillie bordelaise est inefficace d'après BARSALI (1929).

Pour l'instant, la culture du Bibacier n'intéresse en France que des surfaces restreintes, mais les foyers de fusicladiose se multiplient ou s'étendent.

NOTA. — Les Italiens nomment cette maladie « Brusone » (SAVASTANO, 1917-1918); mais ce terme s'emploie aussi pour des taches foliaires du même hôte dues au *Bacillus amylovorus* (PASSALACQUA 1934). En France le mot « tavelure » est réservé aux fusicladioses

OUVRAGES CITÉS.

- BRIOSI et CAVARA. — 1891 (1892), I. Funghi parassiti... herbier, n° 186.
 PEGLION 1894. — In Saccardo Syll. 18, p. 579.
 SCALIA 1901. — In Saccardo Syll. 18, p. 579.
 FERRARIS 1909. — Ann. mycol. 7, p. 284, et in Sacc. Syll. 22, p. 1376.
 SACCARDO 1913. — Syll. 22, p. 1376.
 SAVASTANO (G.) 1917-1918. — Boll. R. Staz Sperim... Acireale B. 29 (1917) et B. 32 (1918).
 ARNAUD (G.) 1919. — Ann. Épiphyties t. VI mém. et rapp., p. 222-225 et fig. 8.
 PASSALACQUA 1934. — Boll. d. Soc. di Sc. Nat... Palermo XV.
 JARRY DESLOGES 1934. — Bull. Soc. Hort. France, séance 14 juin 1934 (1935, p. 67).
 BARSALI (E.) 1929. — Atti soc. Tosc... Pisa XXXVIII, 4, p. 74.

2. Syntrophie à deux parasites de la garance.

La *Phacidiose* et la *Phomose* de la garance (*Rubia tinctorum* L) ont été très répandues en 1941, aux environs de Montpellier, où se maintient, sur des talus ou dans des haies, la garance jadis cultivée. Nous les avons toujours rencontrées simultanément (fig. 1).

I. Le *Phacidium repandum* (A et S) Fries criblé les feuilles et quelques tiges de ses croûtes noires, de la grosseur d'une tête d'épingle, isolées ou peu confluentes. L'ensemble à l'œil nu, simule une rouille. A la loupe, les croûtes sont brillantes, très noires (carbonacées); certaines d'entre-elles présentent une fissure ou une dépression arrondie ou oblongue. Chaque croûte est une pezize dont les bords repliés, sous l'épiderme (fig. 1), le soulèvent puis le déchirent en s'étalant. La rupture des tissus se fait dans l'assise sous-épidermique (fig. 2).

Le mycelium qui envahit les cellules épidermiques devient progressivement noir, très dense, formant des dessins vermiculaires lorsqu'on regarde ces cellules de face, au microscope. Le stroma et son hyménium sont abrités sous cette enveloppe complexe qui participe à la fois de l'épiderme de la matrice et du mycelium du parasite (fig. 1, 2). En coupe transversale (fig. 1) on voit que cette mélanose épidermique est strictement limitée à la dimension de la pezize. Elle commence dès que le stroma a pris contact avec



FIG. 1. — Coupe transversale d'une feuille de *Rubia tinctorum* L. : Deux peizes de *Phacidium* l'une hypophylle, l'autre épiphylle. Les zones en pointillé sont les masses stromatiques de ce parasite; on voit, en particulier, l'envahissement du liber dans la nervure centrale (avec franchissement de l'endoderme) et dans une nervure latérale coupée longitudinalement. — Trois pycnides de *Phoma* épiphylles.

l'épiderme, avant toute différenciation hyméniale. De sorte que les asques murissent sous cette enveloppe protectrice ou faux-périthèce.



16. 2. — Une peizide de jeune *Phacidium* sous la calotte épidermique noire.
A droite, un pilier de collenchyme. Les asques n'ont pas différencié leurs spores..

Le stroma fertile est relié au mycelium qui envahit les tissus (fig. 3). Cet envahissement n'est pas quelconque. Nous avons pu reconnaître, par une série de coupes de plus en plus éloignées des zones contaminées, que le parasite progresse longitudinalement

surtout par le liber. Sur certaines coupes, on ne voit que des stromas libériens ou susendodermiques. La fig. 4 montre le franchissement de l'endoderme par ces stromas. On en voit le détail à la fig. 5. Le mycelium du *Phacidium* est inapte à détruire le collen-



FIG. 3. — Tige de garance particulièrement envahie par le mycelium du *Phacidium*.

En noir, les stromas ; en gris noir, la trame mycelienne qui a détruit les tissus dont on voit la lumière de quelques cellules encore intactes. Les piliers de collenchyme, à droite et à gauche des deux pezizes (jeunes encore stromatiques) sont intacts.

chyme ⁽¹⁾. Il s'arrête net à son contact. L'endoderme, subérisé, n'est franchi que de loin en loin et n'est jamais détruit sur des plages étendues. On sait que ça et là certaines de ses cellules ne se subérisent pas (cellules de passage). Or les masses stromatiques largement étalées dans le liber et dans les tissus sus-endodermiques, sont réunies par un mince cordon, stromatique aussi, limité à une seule cellule endodermique (fig. 3, 4, 5).

On voit pourquoi la Phacidiose provoque le jaunissement de la plante : c'est, essentiellement, une maladie libérienne à fructifications (Pezizes) sous-épidermiques.

⁽¹⁾ Cela le distingue de certaines Uredinées qui ont au contraire une aptitude remarquable à détruire les piliers de collenchyme en digérant les membranes des méats intercellulaires où ils progressent. Par exemple et parmi nos observations :

Coleosporium sonchi (Pers) Lev sur *Sonchus arvensis* L.

Puccinia malvacearum Mont. sur *Althaea rosea* (L) Cav.

Puccinia asphodeli Moug. sur *Asphodelus cesariifer* Gay.

La digestion des fibres péricycliques n'est pas réalisée par ces parasites. Elle est au contraire habituelle et facile chez : *Fusarium urticarum* (Corda) Sacc sur *Morus nigra* L.

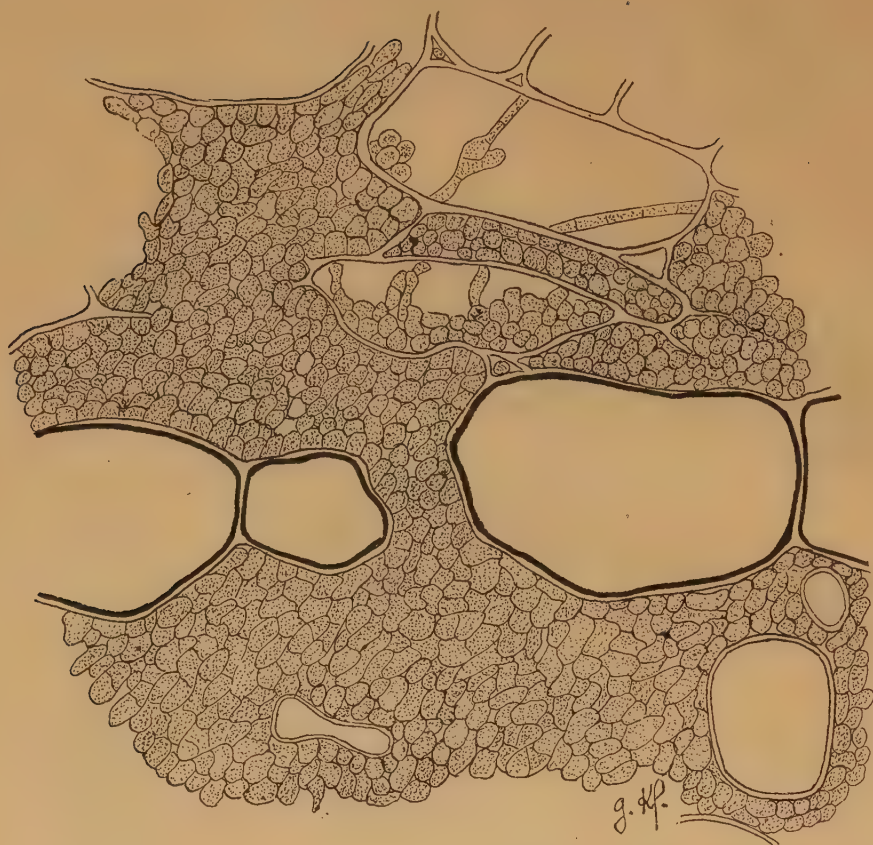


FIG. 4. — Un stroma continu à travers l'endoderme, au niveau de la seule cellule.
(Le liber, avec trois cellules non détruites, est situé au-dessous de l'endoderme.)

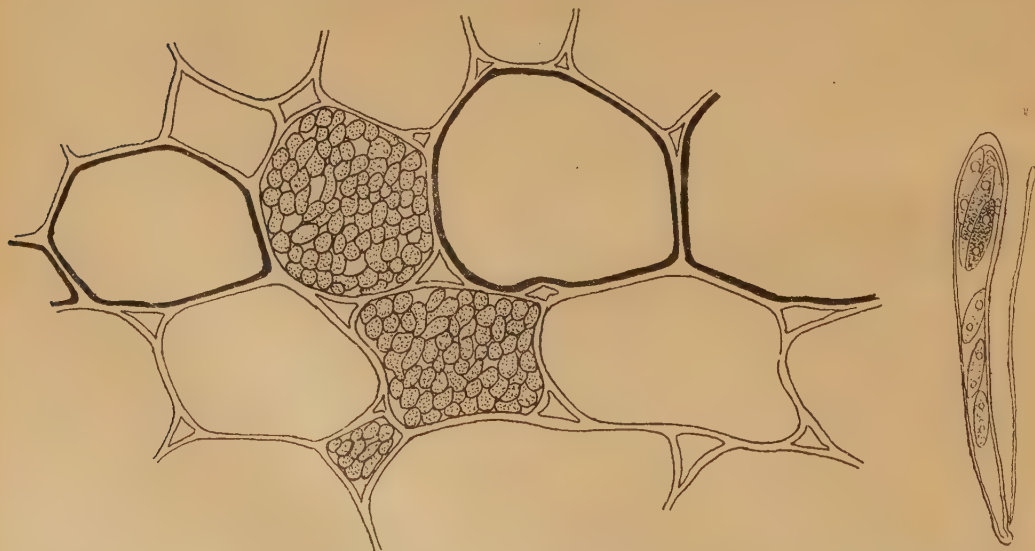


FIG. 5. — Une cellule endodermique, une cellule pérycclique et un méat envahis par le stroma du *Phacidium*. Les filaments mycéliens sont coupés transversalement, la progression se faisant longitudinalement. Au niveau de la coupe, les parois cellulaires sont encore intactes.

FIG. 6. — Asque prêt à disséminer ses huit spores (à 2 gouttelettes); une paraphyse.

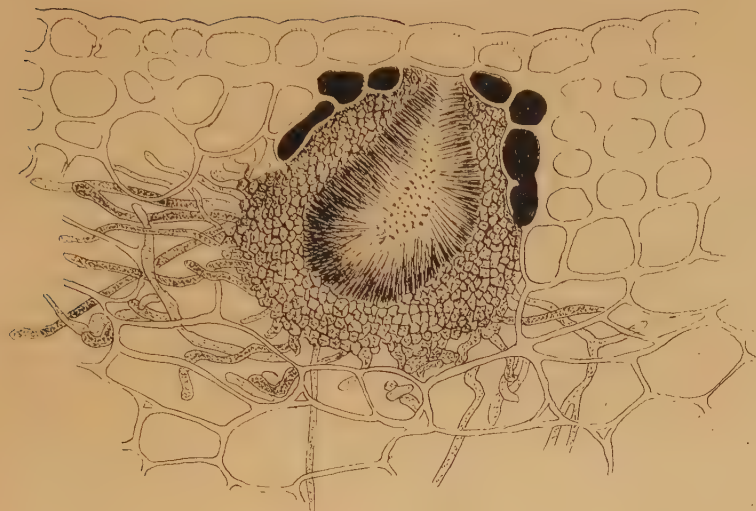


FIG. 7. — Pycnide du *Phoma*. (La coupe passe en dehors de l'ostiole du stomate.)

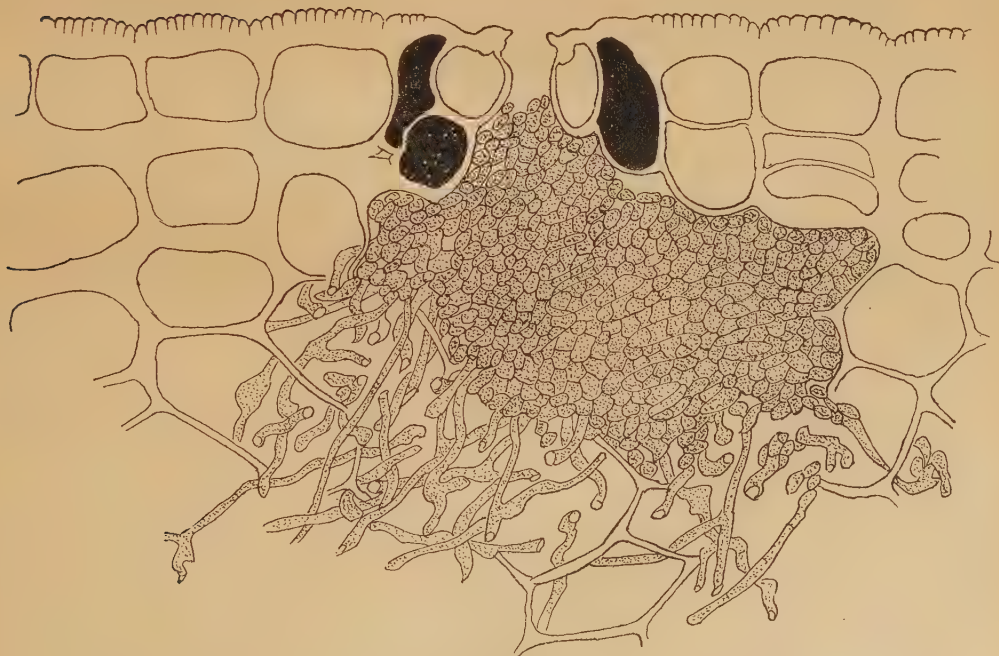


FIG. 8. — Stroma sous épidermique du *Phoma* (future pycnide) avec noircissement des cellules annexes de l'ostiole-stomatique.

II. Le *Phoma atomus* (Lev) Auersw. — A un niveau de tige riche en pycnides et dépourvu de pezizes nous avons observé le mycelium du *Phoma*. Il ne forme aucun stroma interne; les filaments courent en profondeur, traversent les cellules, dans toute l'écorce (fig. 7). Cependant ils n'infestent les cellules endodermiques que tout à fait exceptionnellement.

La Phomose est donc, essentiellement, une maladie corticale.

Les seuls stromas formés débutent dans une chambre sous-stomatique (fig. 8) et la pycnide, une fois différenciée, embouche son pore dans l'ostiole. Les deux cellules de l'ostiole ne noircissent pas. La mélanose débute par les deux cellules compagnes (fig. 8) et peut gagner les cellules sous-jacentes au contact de la pycnide (fig. 7). C'est à cela que l'on repère aisément les pycnides de face : on voit l'ostiole du stomate encadrée de deux cellules noires en haricot.

A vrai dire, la pycnide est indifférenciée, simple stroma sans enveloppe propre, épousant des formes très diverses, au gré des contours du collenchyme de l'hôte (fig. 8). Si elle n'était creusée en utricule ventru surmonté d'un col emboîté dans les tissus de l'hôte sous l'ostiole, ce serait une Mélanconie.

Ce *Phoma* se comporte en outre comme un *Phyllosticta* par ses pycnides foliaires, observables d'ailleurs sur les deux faces (et non seulement hypophylle, comme cela est toujours indiqué) (fig. 1).

3. La « maladie du rouge » du mûrier.

Les ouvrages classiques paraissent d'accord sur deux points : 1° la maladie du rouge est attribuée au *Nectria cinnabarina* Tode, dont la forme conidienne est *Tubercularia vulgaris* Tode; 2° les coussinets rouges attribués à des *Fusarium* divers sont réputés saprophytes.

Sur *Morus nigra* L. des collections de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier nous avons constaté au cours du printemps 1941 :

1. Sur une même rangée tous les arbres meurent en cime. Les rameaux morts présentent dans la première quinzaine de juin une éclosion abondante de petits coussinets rouges;

2. Les coussinets sont souvent groupés autour des bourgeons tués par la gelée : soit en-dessus, soit en dessous, soit latéralement (fig. 1);

3. Quelques rameaux morts présentent des petits chancres (2 cm. au plus de diamètre). Ces chancres sont disposés tantôt au niveau d'un bourgeon, tantôt au-dessous, tantôt loin de tout bourgeon. Ils sont toujours abondamment garnis de coussinets rouges, à la périphérie surtout (fig. 2).

4. En coupe longitudinale le mycelium détruit toutes les cellules des parenchymes dont il ne reste que les cristaux d'oxalate de chaux des cellules oxalifères. Le mycelium peut aussi détruire, plus lentement, les îlots de fibres corticales (fig. 3), comme l'ont montré G. Arnaud et F. Lafont (1912) pour le *Nectria cinnabarina*.

5. Les coussinets sont dus exclusivement, sur tous ces arbres, au *Fusarium urticearum* (Corda) Saccardo (fig. 4).

Nous n'avons observé aucun symptôme concomittant dû au *Bacterium Mori*; rien n'autorise à lui attribuer les chancres. Les bourgeons gelés sont le point d'infection du *Fusarium*.

Le mycelium progresse dans les parties vivantes vers le bas du rameau. Les ramifications saines immédiatement au bas des parties mortes mourront le printemps suivant. C'est une « mort en cime » typique à évolution lente et certaine. Elle est en tous points compa-



FIG. 1. — Évolution des coussinets rouges autour des bourgeons tués par la gelée (grandeur nature).



FIG. 2. — Un chancre bourré de coussinets rouges à la périphérie (gros 2 fois).

nable à celle due au *Nectria cinnabarina*. Le parasitisme du *Fusarium* ne paraît pas discutable.

Maladie du rouge est donc un terme qui ne peut être considéré comme synonyme de *Nectriose*. Sa cause la plus fréquente paraît bien être le *Nectria cinnabarina* mais le *Fusarium urticearum* (sur les *Morus nigra* étudiés) déclenche un « rouge » au moins aussi grave. D'autres fusarioses ont été indiquées : *Fusarium lateritium* Nees dont Briosi et Farneti font la forme conidienne du *Gibberella moricola* (de Not.) Sacc. ; *Fusarium Schavrovi* de

Sphechnew qui provoque des balais de sorcière; *Fusarium roseum* Link d'allure générale beaucoup plus saprophytique. Leur rôle reste encore à préciser.

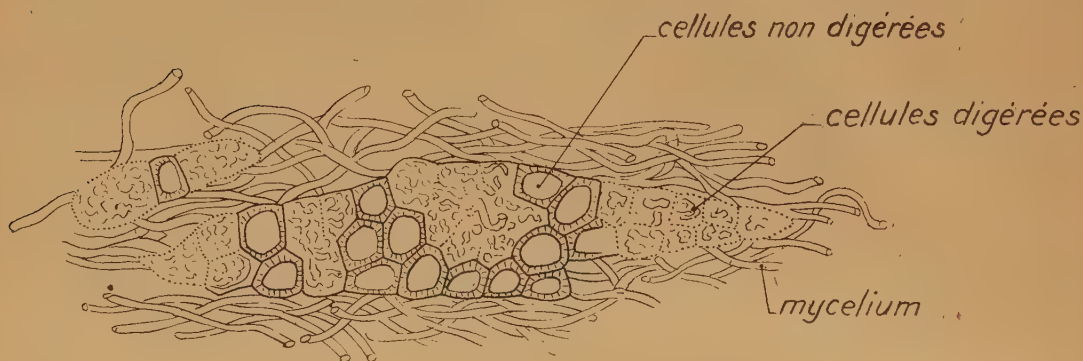


FIG. 3. — Digestion d'un flot de scléenchyme par le mycelium du *Fusarium urticarum*.

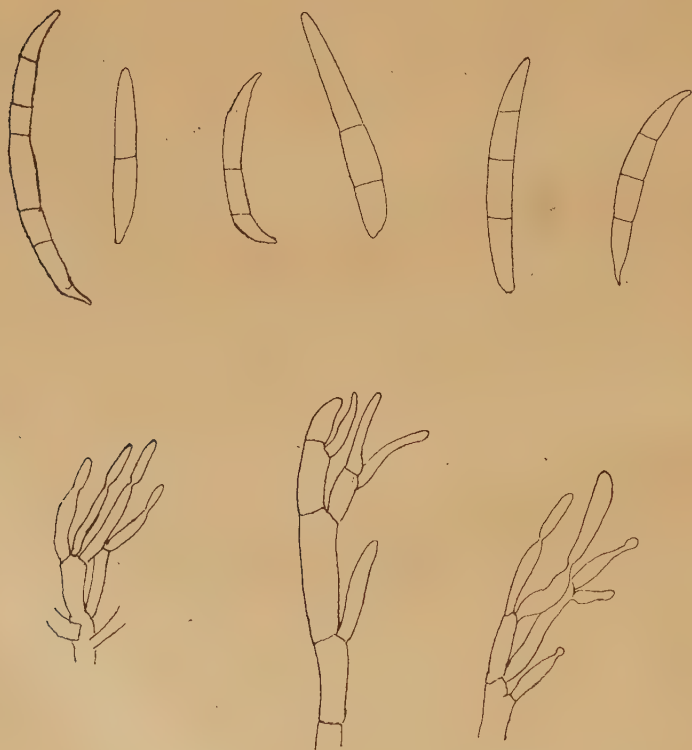


FIG. 4. — Conidiophores et conidies du *Fusarium urticarum*. Les conidies n'ayant pas 3 cloisons sont exceptionnelles.

4. Un cas de syntrophie à trois parasites.

On peut relever au 10 juin 1941 sur l'Orge distique d'hiver de Probsdorff (retenu par Schribaux au cours d'une mission en Hongrie et cultivé à l'École Nationale d'agriculture de Montpellier) :

1. *Helminthosporium teres* Saccardo. — Tous les pieds sont atteints et sur chaque pied les feuilles supérieures seules restent vertes dans l'ensemble, mais non indemnes.
2. *Puccinia simplex* (Kern.) Eriksson et Henneguy. — Attaque faible mais généralisée.
3. *Heterosporium hordei* Bubak. — Sur les feuilles inférieures desséchées de quelques pieds.

C'est l'*helminthosporiose* ⁽¹⁾ qui débute. On sait que les semences souillées ont une germination normale; mais les premières feuilles sont atteintes «infection primaire» de Kölpin Ravn (1901) et la maladie se développe avec une intensité croissante, de feuille en feuille, par une évolution basifuge typique.

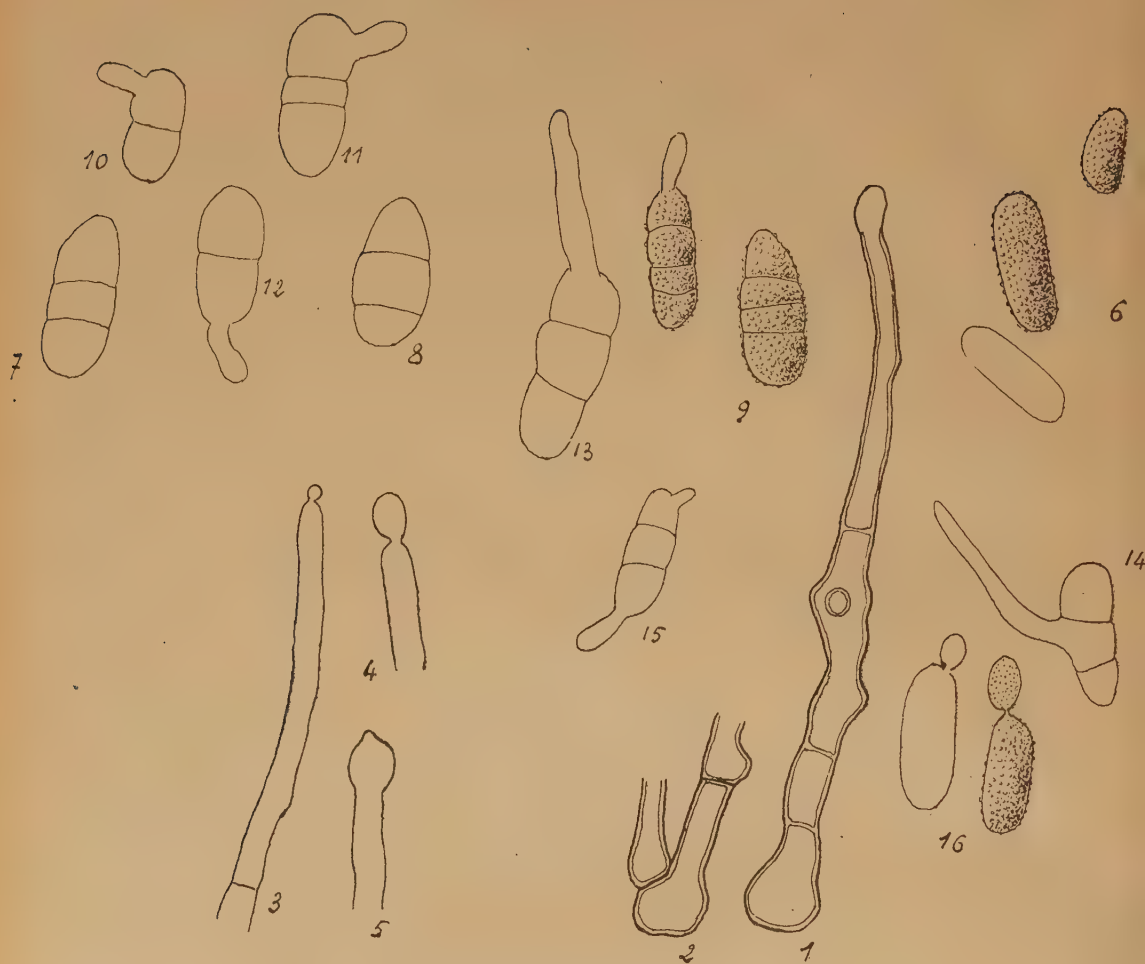
La rouille naine apparaît ensuite. Les très petits urédosores parsèment les parties encore chlorophylliennes et se maintiennent, parfois sans déchirure de l'épiderme, lorsque le dessèchement de la feuille les gagne. La propagation des urédosporos suit naturellement celle de l'*helminthosporiose* par voie basifuge; les téliosores se forment d'abord sur les feuilles de base, sur des plages très disjointes dont la position a été commandée par l'*Helminthosporium*. Cependant, les gaines foliaires très généralement indemnes de celui-ci (mais pas de façon absolue) sont aussi peu atteintes de rouille. Le limbe fait tous les frais du conflit.

Enfin, sur les feuilles basses l'*hétérosporiose* s'est manifestée sur quelques pieds, affectant une allure saprophytique; les limbes morts, humides, dans le champ très dense et partiellement versé, finissent par être recouverts sur les deux pages d'un duvet compact noir olivâtre de conidiophores; les taches deviennent peu à peu jointives grâce à l'extraordinaire rapidité de germination des conidies et parfois à leur bourgeonnement secondaire.

L'*Heterosporium* joue, dans la «succession» de ce complexe pathogène un rôle qui le rapproche biologiquement des *Cladosporium* alors que ses affinités systématiques l'unissent étroitement au genre *Helminthosporium* (fig. 1-17).

En résumé, on se trouve en présence d'une *helminthosporiose* aiguë limitant l'invasion de la rouille naine et favorisant localement une *hétérosporiose* consécutive, sur un Orge de Probsdorff.

⁽¹⁾ On réservera le nom de «maladie del a rayure» (S'treifen, Krankheit) à l'*helminthosporiose* dû à *H. Gramineum* Rebenhors principalement caractérisée par les malformations, d'ailleurs très variables, des épis et, dans l'ensemble, par les nécroses foliaires parallèles aux nervures, bien plus étendues (jusqu'à 5 et 6 centim.).



HETEROSPORIUM HORDEI BUBAK 1903.

FIG. 1. — Conidiophore avec sa vésicule basale, on voit une conidie terminale en voie de formation et une ramification de face.

Même morphologie générale que le conidiophore d'*Helminthosporium*. Mais avec les différences essentielles suivantes :

Helminthosporium, velouté lâche ou très lâche ; conidiophore gris olivâtre, simple ; conidies lisses.

Heterosporium, velouté très dense ; conidiophore brun ; parfois ramifié courtement. Conidies finement granuleuses.

FIG. 2. — Une vésicule basale donnant naissance à deux conidiophores

FIG. 3 à 5. — Bourgeonnements apicaux.

FIG. 6. — Conidies unicellulaires, très peu abondantes (voir fig. 16).

FIG. 7 à 9. — Conidies 2-3-4 cellulaires,

FIG. 10 à 15. — Divers modes de germination des conidies.

FIG. 16. — Les conidies unicellulaires donnent rarement, par bourgeonnement apical ou subapical une conidie secondaire.

Seules les fig. 6, 9 et 16 montrent l'aspect finement granuleux des conidies.

5. Un cas de «folletage» sur tabac.

Il s'agit d'un cas remarquable de dessèchement du limbe foliaire dans des conditions exceptionnellement rapides dues à une température très élevée ($+ 52^{\circ}$ C. à 12 h. en serre le 25 juin 1941).

Les tissus limités par la nervure principale et les nervures secondaires transpirent abondamment et se dessèchent. Mais les nervures continuent à recevoir une alimentation normale en eau et autour d'elle une mince gaine verte conserve sa turgescence. Les parties desséchées du limbe, diminuant de surface se tendent entre les nervures (qui se recourbent vers le sol) et deviennent translucides. La feuille prend ainsi une forme toute particulière « en parapluie », les nervures, riches en collenchyme, jouant le rôle de baleines et le limbe parenchymateux celui de l'étoffe (fig.).

Peu à peu les nervures se dessèchent à leur tour par voie basipète et le limbe s'affaisse ; mais si l'on maintient un rameau atteint, dans un endroit frais, à l'ombre, les nervures continuent à être alimentées et les feuilles se figent dans leur forme anormale, alors que des bourgeons axillaires s'épanouissent normaux. Cela confirme l'interprétation physiologique que nous venons de donner du phénomène.

La plante parfaitement saine, a été saisie en pleine floraison.

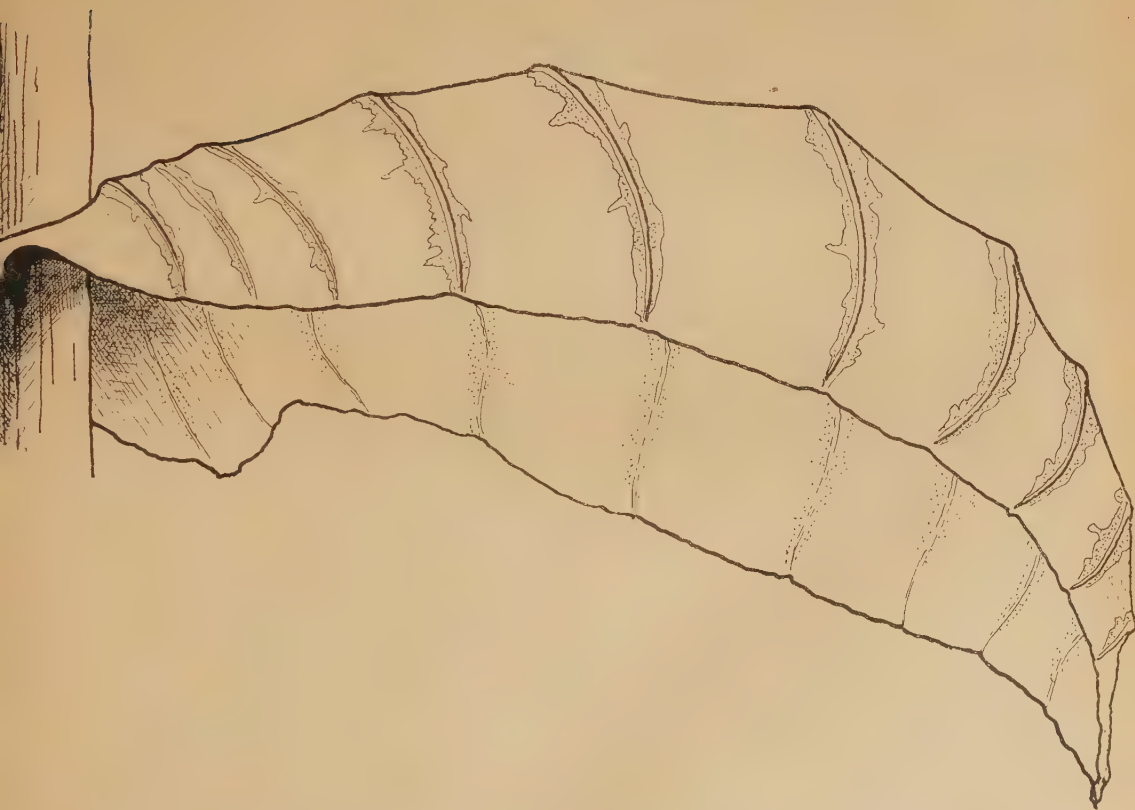


FIG. 1. — «Folletage en parapluie» d'une feuille de tabac. Les pointillés représentent les parties qui (à l'inverse d'un streak) sont restées vertes le long des nervures flexibles.

C'est un folletage d'allure très particulière que l'on pourrait appeler *folletage en parapluie*.

6. Les hôtes de relais.

On sait que certains parasites nécessitent, pour l'accomplissement total de leur cycle évolutif des hôtes différents. On en connaît des exemples nombreux dans le règne animal et dans le règne végétal.

Les Urédinées qui accomplissent leur cycle sur des Phanérogames différentes sont dites *hétéroïques*. Chaque hôte hébergeant correspond à une phase du cycle cytologiquement différente (haplonte et diplonte). Les hôtes sont qualifiés de *télien* et *écidien*.

Les Cuscutes, parasites obligatoires comme les Urédinées, ne peuvent offrir une telle heteroecie, l'haplonte étant inclus dans les tissus du diplonte. Mais il peut y avoir, pour un même diplonte de cuscute plusieurs espèces parasitées, non pas seulement dans l'espace (notion courante de la polyphagie) mais aussi dans le temps, pour un même individu de cuscute. C'est sur ce dernier point que nous voulons insister.

Il existe aux abords immédiats de Montpellier, dans le chemin des Sorbes, un mur très bas (0 m. 40) surmonté d'une grille; cette grille est tapissée par une vigne vierge parasitée chaque année par *Cuscuta monogyna* Vahl. Les semences de Cuscute tombent au pied du mur et trouvent là un milieu très favorable à leur germination : poussières fines accumulées et mêlées de débris organiques de toutes sortes. La racine renflée de la plantule est enfoncée dans ce substrat jusqu'à 2 centimètres de profondeur parfois, et la tige filiforme se développe *sans aucun support* jusqu'à une longueur de 7 à 8 centimètres; elle meurt si elle ne rencontre pas un hôte nourricier. Or la vigne vierge, hôte de prédilection, se trouve suspendue à une distance de plusieurs dizaines de centimètres (plus d'un mètre à certains endroits). La cuscute y atteint en formant des suçoirs sur d'autres espèces, très diverses : *Lepidium Draba* L., *Sisymbrium irio* L., *Capsella Bursa-Pastoris* Mœnch, *Rubus caesius* L., *Chenopodium album* L., *Polygonum monspeliense* Pers., *Hordeum murinum* L., *Bromus sterilis*, *Convolvulus arvensis* L. (rarement avec suçoirs), *Fumaria officinalis* L., *Fumaria parviflora* Lam., *Cirsium arvense* Scop., *Urtica pilulifera* L., *Verbascum sinuatum* L.. Au-dessus d'eux, elle peut émettre des lances rectilignes, de près de 50 centimètres de long libres de tout contact. Ce sont elles qui atteignent la vigne vierge.

Comment convient-il de qualifier ces hôtes?

Si la cuscute était capable de terminer son cycle (fructification) sur eux, nous serions en présence d'une simple polyphagie. *C. monogyna* a acquis, d'après certains auteurs une réputation de « spécificité », à l'égard des Vitacées, qui ne paraît point justifiée. VIALA et BOYER indiquent des hôtes très divers : « *Salix*, *Tamarix*, *Pistacia*, *Ostrya*, *Genista*, *Daucus*, *Euphorbia*, *Urtica*, etc., et notamment la vigne ».

AUBOUY l'a rencontrée sur : « *Smilax aspera*, *Clematis vitalba*, *Jasminum fruticans*, *Pistacia Lentiscus*, *Foeniculum vulgare* ».

Rien ne nous autorise à penser qu'il s'agisse sur ces hôtes cités, de simples enroulements, sans suçoirs, comme ceux que nous avons constatés sur *Parietaria ramiflora* Mœnch. ou sur certains pieds de *Convolvulus arvensis* L.

Près du foyer permanent du chemin des Sorbes, dans l'enclos de Mandon, la même Cuscute s'est attaquée en 1941 à un massif de lilas qu'elle recouvre entièrement et à un mûrier. Elle a fleuri et fructifié très abondamment sur ces hôtes.

Il y a lieu, nous semble-t-il, de faire le départ entre des hôtes sur lesquels le cycle évolutif du parasite est complet et ceux sur lesquels la fructification (sinon la floraison) ne

se produit pas. Ce dernier cas est précisément celui de la florule herbacée qui se trouve sous la vigne vierge du chemin des Sorbes, florule qui ne joue qu'un rôle transitoire permettant de prolonger et d'amplifier l'exploration de la cuscute.

Remarquons enfin qu'aucun de ces hôtes, bien que de faible développement et souvent annuel, n'a sa floraison compromise, ni même sa vitalité.

Ce sont des *hôtes de relais*.

Leur rôle peut avoir quelque importance dans les vignobles et ce n'est pas un des moindres inconvénients des « mauvaises herbes » dans les tènements, bien rares, il faut en convenir, où la cuscute sévit : elle a pourtant fait quelques dégâts pendant les années 1895, 1896, 1897 (VIALA et BOYER) et 1935 (RAVAZ). Ces auteurs signalent toujours des attaques par les sarments bas, traînant à terre. RAVAZ appelle l'attention sur la vigne-vierge (*Parthenocissus quinquefolia*) « qui peut être une source de semences ». Dans le cas que nous venons de signaler la lutte comporterait la destruction des hôtes de relais, sur lesquels aucun auteur n'avait appelé l'attention.

*
* *

R. STAEGER (1905) a montré que le cycle du *Claviceps purpurea* (Fr.) Tulasne sur, *Brachypodium silvaticum* R. et S. nécessitait l'intervention du *Milium effusum* L. En effet les sclérotés nés sur le Brachypode donnent leurs ascospores au mois de mai, c'est-à-dire à une époque où cette graminée n'est pas en fleurs. C'est le *Milium* qui, à cette époque, recueille les germes du parasite sur ses stigmates. Il les propage jusqu'à la floraison du Brachypode, hôte définitif sur lequel se formeront les sclérotés.

Le *Milium* ne joue ici qu'un rôle de retransmission d'un germe à un hôte dont il l'avait reçu.

C'est un hôte de relais.

OUVRAGES CITÉS.

STAEGER (R.) 1905. — Weitere Beiträge zur biologie des Mutterkorns (*Centralbl. f. Bakter.* 1905, n° 1, p. 25-32).

VIALA (P.) et BOYER (G.) 1899. — La Cuscute de la Vigne (*Ext. Revue de Viticulture*).

RAVAZ (L.) 1935. — La Cuscute de la Vigne (*Progrès agric. et vitic.*, 10 nov. 1935, p. 443-446).

7. Syntrophie à deux parasites sur le chiendent-pied-de-poule.

Ce Chiendent (*Cynodon dactylon* L.) peut porter simultanément :

Phyllachora cynodontis (Sacc.) Niessl généralement épiphyllé ;

Puccinia cynodontis Desm. généralement hypophylle.

Nous avons reconnu la localisation de chacun d'eux dans les tissus de la matrice.

Le *Phyllachora* envahit tous les tissus compris entre deux faisceaux libéroligneux voisins, sans entamer leurs manchons de grandes cellules. Ces manchons périvasculaires sont formés d'éléments qui tout en demeurant réfractaires au vert d'iode et au Sudan épaississent légèrement leur paroi et peuvent même être ponctués.

Le stroma jeune reste cantonné entre les deux épidermes avec cependant un soulèvement très accentué, sans rupture, de celui qui recouvre l'ostiole du périthèce (généralement le supérieur). Lorsque deux stromas ne sont séparés que par un faisceau libéroligneux, ils peuvent confluer entre l'épiderme et le pilier de sclérenchyme épifasciculaire (les piliers de fibres sont marqués en quadrillé sur la fig. 1a). Lorsque plusieurs confluent ils forment une croûte noire faisant fortement saillie, chaque périthèce étant séparé du voisin par une « écorce » de stroma mélanisé, comme la région sous épidermique (fig. 1b).

Le *Puccinia* est strictement localisé entre le manchon de grandes cellules périvasculaires et les travées de grandes cellules interfasciculaires vis-à-vis desquelles il n'a aucun pouvoir lytique, à l'inverse du *Phyllachora*.

Cette syntrophie provoque donc une *maladie du parenchyme interfasciculaire*.

Elle n'est ni libérienne, ni ligneuse. La Puccinie se développe linéairement entre les nervures et les travées de grandes cellules interfasciculaires : ces rainures dont elle dispose sont tellement étroites qu'on les voit à peine à l'œil nu, d'autant plus qu'elles ne confluent pas. Le *Phyllachora* se développe par confluences sous épidermiques en croûtes noires pouvant recouvrir plusieurs nervures (jusqu'à 10).

Les deux syntrophes peuvent donc être situés macroscopiquement par leurs fructifications et microscopiquement par la localisation de leurs stromas même stériles.

Nous avons fait ailleurs une étude particulière du stromas de la Puccinie.

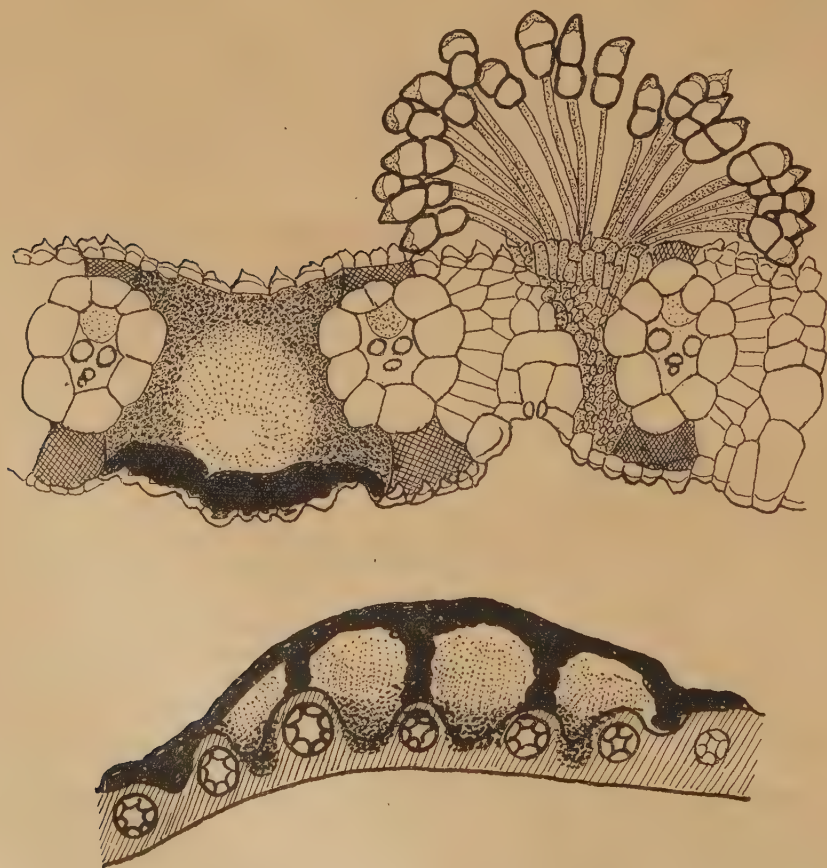


FIG. 1. -- Syntrophes sur *Cynodon dactylon* (voir le texte).

BIBLIOGRAPHIE.

G. AUBERT : **Les sols de la France d'outre-mer** (Collection de monographies et mises au point publiées par les Stations et Laboratoires de Recherches Agronomiques). 1 vol. 90 pages, 11 planches et 3 cartes h. t. Imprimerie Nationale, Paris, 1941. Prix : 30 francs.

Ce travail vient de paraître dans la collection des « Mises au point » publiées par les Stations et Laboratoires de Recherches Agronomiques. En la parcourant, on est frappé du grand nombre d'études dont nos sols coloniaux ont fait l'objet depuis 1900, époque à laquelle Muntz et Rousseaux publiaient leur mémoire intitulé : « Valeur agricole des terres de Madagascar ». Il faut bien reconnaître que les travaux de cette nature, basés sur la détermination des éléments minéraux assurant la nutrition des végétaux suivant la méthode établie en 1891 par le Comité consultatif des Stations Agronomiques, n'ont pas donné des résultats qu'on en escomptait. Cela tient à ce que dans les régions tropicales et subtropicales, la productivité est essentiellement fonction de l'eau et, plus généralement, de la constitution physique des sols.

En nous donnant une synthèse de 241 mémoires qu'il a consultés, M. Aubert a accompli un effort d'autant plus méritoire que les tendances, les buts, les méthodes ont, en la matière, beaucoup varié avec les auteurs. On souhaiterait voir adopter des techniques plus uniformes, une classification et une nomenclature plus précises; d'incontestables progrès ont d'ailleurs été réalisés à cet égard depuis 10 ans, grâce au développement de la Pédologie et à la considération des types génétiques. L'Afrique du Nord, en particulier, s'est résolument engagée dans cette voie; mais il est évident que l'unité de vues tardera d'autant plus qu'on persistera dans une séparation artificielle et anachronique entre les diverses Colonies ou Protectorats et la Métropole.

Après avoir exposé sommairement les études d'ordre minéralogique, botanique ou agronomique, M. Aubert passe successivement en revue les travaux pédologiques concernant la Tunisie, l'Algérie, le Maroc, l'A. E. F., Madagascar et l'Indochine. Une série d'index permettent de consulter commodément l'ouvrage et de se documenter sur tel ou tel point particulier.

A. DEMOLON.

Maladies des Plantes et Insectes nuisibles au Danemark en 1940 (*Plantesygdomme y Danmark* 1940). Tidskrift f. Planteavl, Copenhague, 1942, vol. 46, p. 495-565, en danois avec résumé anglais.

Cette étude précise les observations principales réalisées sur les ennemis des végétaux au Danemark en 1940. De nombreux faits méritent d'être signalés ici pour comparaisons avec les constatations biologiques et culturales faites sous nos climats.

Les Anguillules (*Tylenchus dipsaci*) ont fait des attaques d'une grande intensité sur

le Trèfle incarnat. Il est possible que les Nématodes soient introduits avec les semences; toutefois, ce mode d'infection ne paraît pas avoir une importance pratique.

Après le rude hiver 1940-41, se sont produites des attaques massives d'insectes dont certains étaient nouveaux ou non signalés depuis plusieurs années. Sur les Crucifères, dégâts très importants occasionnés par une Pantatomide : *Strachia oleracea*. Une autre Pantatomide, *Palomena prasina*, a été rencontrée en nombre considérable sur Pommes de terre, Seigle, et dans les jardins; néanmoins, elle n'a fait que de faibles dégâts.

Une Capside, *Lygus pabulinus*, a produit des dégâts très prononcés sur Pomme de terre. Les Rutabagas et Bettes ont été attaqués par *Calocoris bipunctatus* (crispation et flétrissement des feuilles).

Le Psylle du poirier (*Psylla pyrisuga*), jamais signalé antérieurement au Danemark, a attaqué le Poirier.

Seul, le puceron lanigère (*Schizoneura lanigera*) semble avoir souffert de l'hiver. Dans plusieurs endroits, où il est généralement abondant, on ne l'a pas signalé; ailleurs, dégâts négligeables.

En plusieurs régions, des Thrips (*Thrips augusticeps*), arrêtant la croissance et causant des déformations foliaires ont beaucoup nui aux Rutabagas. Les feuilles de Tilleul ont été attaquées par le *Thrips calcaratus*, dont les ravages (taches brunes, perforations), sont semblables à ceux causés par les Punaises.

Particulièrement au Jutland, les Bettes ont subi des attaques de *Blitophaga opaca*, et *Cassita nebulosa*. *Subcoccinella 24 punctata* s'est montré souvent en quantité considérable.

De nombreuses pelouses ont été attaquées par *Rhizotrogus solstitialis*; ces dernières parasitées par l'hyménoptère *Tiphia femorata*, dont le parasitisme n'avait pas été signalé depuis 1887.

Les larves fil-de-fer (*Agriotes ssp.*) ont produit de grands dommages aux Céréales. Des *Phyllotreta* se sont montré nuisibles aux Crucifères.

Les Balanius des noisettes (*Balaninus nucum*) ont attaqué Pommes et Poires, perçant l'épiderme des fruits et introduisant leur rostre à une profondeur de 5 mm. En plusieurs cas, on a constaté la ponte, suivie de l'éclosion, mais les larves sont mortes rapidement. Un comportement identique a été constaté en Norvège.

Les attaques d'une Tenthrede (*Cephus pygmaeus*) sur le Blé et l'Orge semblent augmenter d'importance.

La Tenthrede du Navet (*Athalia spinarum*) a une importance croissante, et on a enregistré de sa part de nombreuses sorties dangereuses.

Dans une serre, une Tordeuse *Cacaecia costana*, que l'on n'a jamais enregistrée comme nuisible, a été très nuisible aux roses.

Le Geométride *Biston zonarius*, qui n'a jamais été considéré comme dangereux depuis 1922, a attaqué le Gazon, les Carottes, les Rutabagas et les Bettes.

Au Jutland, des attaques d'une Noctuelle, *Mamestra trifolii*, ont causé de très grands dommages aux Bettes et aux Rutabagas. Développement de deux générations.

Les larves de *Characaeas graminis* ont fait une apparition désastreuse dans les pâturages marécageux du sud du Jutland (dernière apparition remontant à 1930).

Le Bombyx (*Euproctis chrysorrhoea*), plutôt rare jusqu'ici au Danemark, a attaqué un grand nombre d'arbres fruitiers dans un certain nombre de localités. Les larves d'une Cécidomyie (*Jaapiella medicaginis*) ont attaqué les Luzernes.

La Mouche de Hesse (*Mayetiola destructor*) paraît avoir attaqué un grand nombre de tiges de blé, seigle, orge. Dégâts très importants des larves de *Pegomya hyoscyami* sur Bettes.

L'auteur conclut qu'il résulte de l'énumération précédente que la croyance populaire à l'effet destructif d'un hiver froid sur les insectes nuisibles, est complètement fausse. Au contraire, on a souvent constaté que des hivers rigoureux sont suivis d'invasions massives. En outre, les espèces suivantes doivent être mentionnées comme ayant vu leur importance augmenter au cours des dernières années : *Thrips augusticeps*, *Strachia oleracea*, *Creorhynchus plagiatus*, *Athalia spinarum*, *Cephus pygmaeus*.

A. HOFF.

E. KÖHLER : La détection des virus chez la Pomme de terre (*Der Virusnachweis an Kartoffeln*). Mitt. Biol. Reich, Berlin Dahlem, 1940, T. 61, p. 1-11, 53 photographies.

Dans cette petite brochure destinée au praticien, l'auteur donne des indications concises sur les virus importants de la Pomme de terre (propriétés, symptômes sur la Pomme de terre et les principales plantes-épreuve). Il décrit ensuite d'une façon sommaire les principales techniques utilisées pour leur détection.

La première méthode, appelée « Stecklingsprobe » consiste à planter en serre, au début de février, des fragments de tubercules préalablement germés. Les symptômes sont observés sur les plantes qui en naissent.

La deuxième méthode consiste à inoculer le virus à des plantes épreuves dont la plus importante est le Tabac. Cette technique permet de déceler certains virus latents que la « stecklingsprobe » est impuissante à mettre en évidence. La technique de l'inoculation par friction est décrite avec précision.

L'auteur donne ensuite des indications spéciales pour la détection du virus X. On peut à cet effet planter des fragments de tubercules comme dans la « stecklingsprobe » et inoculer aux plantes qui en naissent la souche virulente U_s de Berlin Dahlem. Les plantes infectées sont immunisées contre la souche U_s et ne réagissent pas; les plantes saines réagissent par des nécroses brunes. On peut aussi inoculer le virus X aux plantes épreuves. La technique est décrite avec précision.

Les techniques d'inoculation au moyen des pucerons sont enfin décrites en détail.

La brochure est illustrée de nombreuses photographies, pour la plupart très réussies, qui donnent une idée très nette des principaux symptômes provoqués sur la Pomme de terre et sur les différentes plantes-épreuves.

G.-A. KAUSCHE : Caractères et technique de l'ultramicroscopie pour les recherches sur les virus et leur structure (*Wesen und Leistung der Übermikroskopie für die Struktur und Virusforschung*). Nachrichtenblatt, Berlin, 1941, 21^e année, n° 1, p. 1-4.

L'auteur rappelle brièvement les principes du microscope électronique. La réalisation de cet appareil s'appuie sur les conceptions de DE BROGLIE (1924), relativement à la nature ondulatoire du rayonnement électronique ou cathodique et sur la découverte de WIECHERT (1898) précisée par BUSCH (1927) montrant qu'un champ magnétique agit sur un faisceau de rayons cathodiques comme une lentille sur un faisceau de rayons lumineux. La source des radiations est formée par une cathode incandescente sous une tension variable de 45.000 à 85.000 volts (ce sont les variations de tension qui permettent la mise au point). Ces radiations sont envoyées dans un tube métallique maintenu par le jeu d'une pompe sous un vide très poussé (10 mm. de Hg). Une première bobine joue le rôle de condensateur, une seconde sert d'objectif et fournit de l'objet une image réelle, une troisième projette enfin l'image définitive sur la plaque photographique. L'appareil permet de distinguer sur l'objet deux points distants de 5 m μ . Le pouvoir séparateur est donc 40 fois celui du microscope ordinaire (0 μ 2 ou 200 m μ). L'objet doit être très mince, le pouvoir de pénétration des radiations étant faible. Il doit être traversé par un faisceau lumière parallèle. Le porte-objet est constitué par un petit disque de platine percé au milieu d'un orifice de 50 μ de diamètre sur lequel on tend, à l'aide d'un dispositif spécial, une membrane de collodion de 20 m μ d'épaisseur. L'objet est déposé sous forme d'une gouttelette d'un milieu de suspension très pur et observé à l'état sec. Le changement d'objet prend environ une minute. Cet appareil est déjà bien au point mais ne rendra tous les services qu'on est en droit d'en espérer que le jour où une technique permettant la vision directe, sans l'intermédiaire de la plaque photographique, sera mise au point.

L'auteur énumère des travaux intéressants réalisés à l'aide de l'appareil. On a pu par exemple photographier les particules du virus de la mosaïque du Tabac et mesurer leurs dimensions (15 $\times$ 300 m μ). On a pu étudier le phénomène de lyse des bactéries par les bactériophages : les particules de phages sont adsorbées par la membrane de la bactérie qui se désagrège ensuite. Le microscope électronique a, en outre, permis certains progrès dans l'étude des matières colorantes et du caoutchouc (structure des particules).

Il a permis de préciser nos connaissances sur la coagulation du sang. Malgré l'intérêt de ces résultats le microscope électronique rend encore des services assez restreints. Il permettra certainement de compléter heureusement le microscope ordinaire mais non de le supplanter.

P. L.

E. KÖHLER : La Jaunisse, redoutable maladie à virus de la Betterave à sucre et de la Bette (*Die Vergilbumskrankheit, eine gefährliche Viruskrankheit der Zucker und Runkelrüben*). Nachrichtenblatt, 1940, 20^e année, p. 80-81.

La Jaunisse s'est développée en Hollande et en Belgique à partir de 1910 environ. Elle est apparue ensuite dans le Nord-Ouest de l'Allemagne où elle a provoqué d'importants dégâts, particulièrement en 1939. QUANJER et ROLAND ont montré que cette maladie était provoquée par un virus.

La maladie se caractérise par un jaunissement des grandes feuilles submarginales (les feuilles les plus externes ou marginales sont généralement épargnées de même que les feuilles du cœur). Le jaunissement part de l'extrémité ou des bords du limbe et s'étend vers l'intérieur en épargnant pendant quelque temps les nervures. Les feuilles atteintes sont épaisses et cassantes. Elles produisent des craquements spéciaux lorsqu'on les froisse avec la main. Des parasites de faiblesse (champignons) se développent souvent sur les parties jaunies. Lorsque la feuille est atteinte avant son complet développement on observe des déformations du limbe. Par temps sec les plantes malades se flétrissent rapidement.

Au point de vue histologique, la Jaunisse se caractérise par une dégénérescence gommeuse du liber (gommose) et par l'accumulation d'amidon dans les feuilles.

Le virus est transmissible par quatre pucerons (*Myzus persicae* SULZ, *Aphis fabae* Scop, *Macrosiphum solanifolii* ASHM, *Aulacorthum solani* KALT). Il n'est pas transmissible par les processus mécaniques (friction, piqure, etc.). Par contre, il est facilement transmissible par la greffe. L'ensemble de ces propriétés, de même que les caractères histologiques de la maladie, permet de le rapprocher du virus de l'Enroulement de la Pomme de terre. D'assez nombreuses plantes-hôtes du virus de la Jaunisse ont été signalées parmi lesquelles des mauvaises herbes telles que le *Chenopodium album*. La sécheresse favorise les contaminations et augmente la gravité des symptômes.

La lutte se réduit à des mesures préventives. Les Betteraves porte-graines qui sont les foyers les plus habituels de la maladie, celle-ci se conservant chez elles pendant l'hiver, doivent être éloignées du champ de Betteraves. Les Épinards d'hiver doivent être récoltés avant les semailles de Betteraves. Enfin il est possible que des binages précoces et répétés aient une action.

J. DUFRENOY : La production d'hybrides de Pommes de terre résistants aux maladies à virus aux États-Unis. *Revue Horticole*, 1942, T. XXVIII, p. 7-8.

Bien que le virus X se traduise le plus souvent par des symptômes bénins, ce qui lui a valu le nom de « *virus latent* », il ne faut pas méconnaître le danger provoqué par sa présence chez la plante. En effet, les plantes infectées par le virus X réagissent gravement aux virus Y et A. La recherche de variétés résistantes aux virus X présente donc un réel intérêt. La variété américaine U. S. D. A. 41956 serait immune. La variété *Katahdin* résiste à la plupart des souches du virus X. On peut la considérer comme pratiquement résistante dans le champ.

La résistance au virus Y est également recherchée par les Américains. *Katahdin*, *Chippewa* et *Russet Burbank* seraient relativement résistantes à ce virus dans les champs. *Katahdin* transmet sa résistance au virus Y aux hybrides obtenus quand on la croise avec d'autres variétés. Les croisements de *Katahdin* avec *Ackersegen*, *Imeria*, *Sebago* et U. S. D. A. 41956 présenteraient une plus grande résistance au virus Y que les produits de l'autofécondation de *Katahdin*. La combinaison de la résistance aux virus X et Y permettrait d'éviter la grave maladie appelée « *Rugose mosaic* ».

L'infection par les virus X et A se traduit par une maladie que les Américains dési-

gnent sous le nom de « *mid mosaic* » ou Mosaïque bénigne. L'une des variétés les plus sensibles à cette affection est *Green Mountain*. Par contre, la variété *Katahdin* serait résistante.

On a essayé d'étudier le mécanisme de la résistance au virus X dans des croisements entre la var. *Katahdin* et la var. 41956. Ces croisements fourniraient 37 p. 100 d'hybrides F_1 doués d'immunité. Par autofécondation un des ces hybrides résistants donnerait 78 p. 100 de produits F_2 également résistants. La variété 41956 paraît homozygote au point de vue du caractère envisagé. Par autofécondation elle ne fournirait que des plantes immunes. Ces résultats seraient explicables en admettant que l'immunité est conférée par deux gènes A et B.

Jusqu'à présent on ne possède pas de variétés résistantes à l'enroulement. Les génétistes fonderaient certains espoirs sur l'obtention de variétés tolérantes.

P. L.

P. MANIL et A. GRATIA : **Transmission du virus de la Mosaïque ordinaire du Tabac à l'Orobanche, plante parasite dépourvue de chlorophylla** (C. R. Soc. belge de Biologie, 1937, Tome CXXVI, p. 67-69.)

Il s'agit d'une Orobanche (probablement *O. minor*) qui parasitait un plant de Tabac mosaïqué cultivé en serre. Aucun symptôme particulier ne décelait l'infection mais le suc de la tige de cette Orobanche, inoculé à l'état de traces au *Nicotiana glutinosa*, y produisit des lésions locales caractéristiques. La concentration du virus dans les tissus de l'Orobanche est du même ordre que celle présentée par ce dernier dans les tissus du Tabac.

Cette Orobanche peut donc être considérée comme un hôte nouveau du virus de la Mosaïque du Tabac.

P. MANIL et C. DRICOT : **Relations entre le nombre de lésions et la concentration du virus infectant dans le cas de la Mosaïque du Tabac sur *Nicotiana glutinosa***. (C. R. Soc. belge Biologie, 1937, tome CXXVI, p. 918-921).

Lorsqu'on inocule le virus de la Mosaïque du Tabac au *N. glutinosa* on obtient des lésions locales. Les auteurs donnent une formule indiquant de façon approchée les variations du nombre de lésions en fonction de la concentration relative en virus des liquides inoculés.

Cette formule est la suivante :

$$Y = K \cdot \frac{1}{n}$$

Y représente le nombre de lésions, X la concentration relative en virus; K est une constante qui se calcule d'après une expérience effectuée avec une dilution donnée; n est une autre constante sensiblement égale à 3. De nombreux exemples tirés de certains essais de l'auteur et de résultats publiés par divers expérimentateurs montre qu'entre certaines limites il y a une grande concordance entre la valeur de Y tirée de la formule et le nombre moyens de lésions observé par feuilles.

Les auteurs n'ont pu comparer leurs résultats à ceux qui sont donnés par la formule de YOUNG :

$$Y = N(1 - e^{-an})$$

ignorant en effet la méthode de détermination des constantes N et a.

La courbe exprimant le nombre de lésions en fonction de la dilution n'est pas simple.

Elle se compose de plusieurs parties, trois selon BEST, et la formule $Y = K \cdot \frac{1}{n}$ n'est

valable qu'entre certaines limites. Une formule différente peut très bien donner des valeurs approchées de Y entre d'autres limites correspondant à une portion différente de la courbe.

(D'après BAWDEN, la constante N de la formule de YODEN représente le nombre maximum de lésions que l'on peut obtenir, la constante a représente, pour une solution diluée le nombre moyen de particules par point d'entrée, enfin e est la base des logarithmes népériens : $e = 2.71828$.)

P. L.

P. MANIL. — Une forme nécrosante de la Mosaïque du Tabac (*Bull. Inst. agronomique et St. Rech. de Gembloux*, 1937, tome VI, p. 186-190).

À la suite d'un travail publié dans la même revue en 1934, sur les nécroses foliaires du Tabac observées dans la vallée du Semois, l'auteur avait attribué ces dernières à l'action d'un ou plusieurs virus, mais aboutissait à la conclusion qu'il ne pouvait s'agir du virus X ou d'un complexe contenant ce dernier. Les nouvelles expériences relatées dans ce mémoire permettraient d'attribuer la majorité, sinon la totalité de ces nécroses à une race du virus de la Mosaïque du Tabac.

P. L.

A. GRATIA et P. MANIL. — Recherches sur les virus des plantes (*Archiv für die gesamte Virusforschung*), 1959, tome I, p. 21-45, 1^{er} mémoire.

Ce mémoire résume l'ensemble des travaux des auteurs sur les propriétés sérologiques des virus des plantes. Ces travaux sont parmi ceux qui ont le plus contribué à faire avancer nos connaissances sur ces questions.

La technique est simple. Les végétaux sont broyés après congélation par la neige carbonique de façon à extraire le jus. Ce dernier est injecté, après dilution dans l'eau physiologique stérile, à l'intérieur de la veine marginale de l'oreille d'un lapin. On pratique au moins trois séries d'injections à 48 heures d'intervalle, séparées par des périodes de repos de 5 jours. Le sérum est conservé en tubes scellés après centrifugation. En général, la préparation complète d'un immunosérum demande 36 jours. Les auteurs n'ont obtenu d'immunosérums vraiment actifs qu'avec le virus de la Mosaïque du Tabac et le virus X de la Pomme de terre. La réaction sérologique utilisée pour mettre en évidence l'action du virus est la réaction de « floculation ».

Les expériences des auteurs démontrent clairement que le virus de la Mosaïque du Tabac et le virus X de la Pomme de terre flocculent chacun l'immunosérum qui lui correspond mais non l'immunosérum de l'autre. Les auteurs considèrent que l'antigène est le virus lui-même. Ils ont en effet réussi à mettre en évidence une relation quantitative nette entre l'abondance de l'antigène de la plante, l'intensité des symptômes et l'abondance du virus. Cette relation a d'ailleurs fait l'objet essentiel des études de MATSUMOTO et SOMAZAWA (1934). Les jus extraits des plantes malades contiennent, en plus de l'antigène virus, un antigène caractéristique de la plante hôte. Ce dernier est beaucoup moins actif que le précédent, au moins chez les Solanées, et provoque des floculations plus lentes et à caractère pulvérulent en présence de l'immunosérum correspondant. Sa présence constitue cependant une gêne appréciable dans bien des cas, particulièrement lorsqu'il faut déceler de faibles quantités d'antigène virus ou encore lorsque les plantes hôtes sont riches en protéines antigéniques (cas des Papilionacées). Il faut alors, soit priver l'immunosérum de l'anticorps correspondant aux protéines du végétal en le faisant réagir jusqu'à saturation avec un jus de plante saine, soit purifier l'antigène mosaïque par des méthodes chimiques, avant de l'injecter au lapin. Les auteurs, n'étant pas biochimistes, ont renoncé à s'aventurer dans cette voie où STANLEY, puis BAWDEN et PIRIE devaient si bien réussir deux ans plus tard. Deux techniques leur ont cependant permis d'éliminer l'antigène indésirable : à savoir, le chauffage du jus à 70° et l'atténuation par le formol. Cette dernière technique, particulièrement intéressante, fournit un virus dont l'activité pathogène a disparu en laissant subsister le pouvoir antigène. Ces auteurs désignent ce virus atténué sous le nom d'« anavirus », par analogie avec l'anatoxine de RAMON. Ce traitement fait en outre — et là est son intérêt — disparaître les antigènes normaux de la plante. BAWDEN et PIRIE ont montré par la suite que le formol pouvait être remplacé par l'acide nitreux.

Les auteurs ont démontré la spécificité de la réaction de floculation provoquée par les deux virus étudiés. L'un d'entre eux ne flocule pas l'immunsérum de l'autre. Ceci rend possible la distinction des deux virus en cas d'infection mixte sur une même plante. Le même jus floculera l'immunsérum du virus X ou l'immunsérum du virus de la Mosaïque du Tabac. On encore l'immunsérum fabriqué avec le jus d'une plante atteinte d'infection mixte réagira avec le jus d'une plante infecté par l'un ou l'autre de ces deux virus. La spécificité du virus X n'est pas altérée par des passages successifs sur les hôtes les plus variés. Cette constance est en faveur de l'origine exogène du virus. Les auteurs considèrent également comme un argument de poids en faveur de l'exogénèse le fait que le virus ne soit pas transmissible par la graine. Sans nier l'exogénèse qui est en effet infiniment probable, il est permis de penser que les auteurs attachent à leurs arguments une valeur trop absolue. On peut très bien concevoir en effet qu'une déviation du métabolisme aboutissant à la formation du virus n'atteigne pas les cellules de l'embryon pour des raisons qui demanderaient évidemment à être élucidées. Quoiqu'il en soit les auteurs ont fait une étude fort intéressante des fleurs de Tabacs infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac. Ils ont pu montrer que les jus extraits des organes floraux mûrs ne floculaient pas en présence de l'immunsérum du virus. « Le virus se raréfie, puis disparaît, avec la spécialisation des organes floraux. Il est donc déjà absent avant la formation des organes sexuels ». Ceci explique que ni les graines ni les grains de pollen ne contiennent le virus. Les auteurs ont montré en outre que des Pommes de terre de la variété *Eersteling* porteuses de virus X latent (plantes « viruligènes ») fournissent un jus capable de floculer l'immunsérum du virus X, mais ceci également n'est pas une preuve absolue de l'origine exogène du virus. Meilleur est l'argument exprimé en 1935 par MANIL : « Il serait illogique de considérer que le Tabac, la Tomate, la Jusquiame, la Pomme de terre *puissent se mettre à élaborer spontanément une même substance, étrangère à leur propre protoplasme, identique chez ces quatre espèces, de nature éminemment infectieuse, et capable après inoculation naturelle ou expérimentale de se multiplier indéfiniment chez de nouveaux individus.* » (C. R. 2^e Congrès national des Sciences de Belgique, 1935.)

P. L.

P. MANIL. — A propos de la classification des virus phytopathogènes. (Bul. Soc. Roy. Botanique de Belgique, 1940, t. LXXII, p. 130-139.)

La classification des bactéries présente d'énormes difficultés. Celle des virus en présente davantage encore. On ne voit pas ces agents au microscope; on ne sait pas les cultiver, on ignore même s'ils sont vivants. Certains, il est vrai, ont pu être purifiés et étudiés en détail au point de vue physicochimique. Il s'agit malheureusement d'un tout petit nombre. De la plupart, on ne connaît que les propriétés phytopathogènes. Enfin l'existence de nombreuses souches ou races physiologiques ne simplifie pas le problème.

L'auteur énumère les principaux essais de classifications ou systèmes de nomenclature proposés jusqu'à présent. Toutes les classifications proposées jusqu'à ce jour sont arbitraires. Aucune nomenclature satisfaisante ne s'est encore imposée. Dans ces conditions, la plus grande confusion règne à l'heure actuelle.

D'après l'auteur, un système rationnel de classification des virus devrait se baser sur les caractères intrinsèques de ces derniers : leurs propriétés *in vitro*, leurs réactions immunitaires, leur mode de transmission. La symptomatologie n'interviendrait en principe que pour différencier les races physiologiques. L'idéal serait de grouper les virus d'après leurs caractères physiques, chimiques et sérologiques. Ces éléments ne sont malheureusement connus que pour un petit nombre de virus. Les autres doivent être classés sur des caractères aussi stables que possible : « transmission par tel ou tel insecte spécifique ou sans période d'incubation, longévité *in vitro*, spécificité quant aux plantes hôtes, réactions immunitaires. »

Les mêmes principes s'appliquent aux virus des maladies de l'homme et des animaux.

LA "GALE NOIRE" OU "GALLE VERRUQUEUSE"

DE LA POMME DE TERRE.

par G. ARNAUD,

Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

A. Considérations générales.

La *Gale noire*⁽¹⁾ est une maladie qui diffère essentiellement des affections ordinaires des plantes cultivées telles que les Mildious, les Oïdiums, les Rouilles, etc. Elle est caractérisée par une évolution très spéciale qu'il est nécessaire de faire connaître dès le début car elle détermine les mesures prophylactiques et les méthodes de lutte que l'on peut employer contre le parasite.

Ces caractères spéciaux sont les suivants :

1° *Le parasite qui la détermine se déplace difficilement* sous l'action des agents naturels ; c'est presque toujours l'agriculteur lui-même qui en assure involontairement la dissémination en transportant d'un champ à l'autre des tubercules malades.

Par contre, lorsqu'un champ a été infecté, les germes de conservation (kystes) peuvent persister dans le sol pendant plusieurs années (sept ans et plus) ; *pratiquement le champ ne peut pas être débarrassé de la maladie*. C'est donc une *maladie à action très localisée, mais très durable*.

2° Le seul moyen de lutte pratiquement utilisable consiste, dans l'emploi des *variétés résistantes*⁽²⁾ de Pomme de terre qui sont aujourd'hui nombreuses et bien connues. Il s'agit, du reste, souvent de variétés déjà anciennes et leur valeur culturale est indiscutable. Ces variétés résistantes peuvent donc facilement remplacer les variétés sensibles

⁽¹⁾ Ce nom adopté au début, est la traduction trop littérale du nom anglais *Black Scab* ; il ne correspond pas aux caractères de la maladie qui ne ressemble en rien à la gale et qui donne des tumeurs qui ne sont pas noires mais, au contraire, de couleur claire ; elles ne brunissent que lorsqu'elles sont altérées par pourriture ou par une autre cause amenant la mort des tissus.

⁽²⁾ Rapport présenté le 26 août 1941.

⁽³⁾ L'étude des variétés résistantes a été commencée en Angleterre (Gouen) surtout à Omskirk. En France, elle a été entreprise en Alsace (SELARIES et ROEMER) presque dès l'apparition de la maladie (1926) ; dès 1933, plus de deux cents variétés avaient été essayées et la résistance de 69 d'entre elles avait été confirmée (DUCOMET et FOEX). Le tableau général de la page 96 est dû à M. CRÉPIN directeur et BUSTARET, directeur adjoint de la station centrale d'amélioration des plantes, à Versailles.

quoique elles n'aient pas toujours exactement les mêmes caractères agronomiques et culinaires. Il y a à ces points de vue une adaptation à faire aux conditions culturales spéciales des diverses régions françaises et aux exigences des consommateurs français.

3° *La maladie attaque surtout les parties souterraines de la plante et uniquement leurs bourgeons.* Quoique les tumeurs qui en résultent soient très visibles, elles n'ont pas aux yeux des personnes non spécialisées les caractères d'une maladie, mais semblent plutôt être une anomalie de végétation; la vigueur et l'apparence des plantes attaquées ne sont guère modifiées. Il en résulte que l'introduction de la gale noire n'attire guère l'attention des cultivateurs que lorsque les dégâts sont devenus assez graves pour que la production de tubercules soit sérieusement diminuée. Dans la plupart des nouveaux foyers, en France comme à l'étranger, l'altération n'a été signalée le plus souvent que trois ou quatre ans après l'introduction du parasite.

4° *Le champignon responsable est très hydrophile*, c'est-à-dire qu'il exige pour se développer un sol très mouillé, aussi son extension est en rapport avec les climats humides, avec les années pluvieuses et avec la culture dans les champs prédisposés à souffrir d'un excès d'humidité. C'est, du reste, en particulier cette hydrophilie qui fait que le champignon se déplace difficilement.

B. Renseignements sommaires sur la maladie et sur le parasite.

La maladie est due à un champignon du groupe des Chytridiacées : le *Synchytrium endobioticum*; il a été trouvé pour la première fois en Hongrie en 1896, mais il est probablement d'origine américaine.

1° *Caractère de la maladie.* — Comme il a été dit précédemment, le parasite attaque les bourgeons de la partie souterraine (tubercules, stolons et base de la tige); les années très humides, il peut aussi envahir la partie aérienne un peu au-dessus du sol.

Les bourgeons attaqués subissent un développement anticipé, mais anormal, qui les transforme en une tumeur mamelonnée ressemblant un peu à un morceau de tête de chou-fleur, et pouvant atteindre jusqu'à trois ou quatre centimètres de diamètre; elles sont parfois très petites. Ces tumeurs, en bon état, sont de couleur claire, analogue à celle des jeunes tubercules. Seules, les vieilles tumeurs, envahies par les agents de la pourriture, deviennent brunes. A l'arrachage, on voit surtout les tumeurs qui restent sur les tubercules, mais d'autres persistent dans le sol où elles finissent par pourrir et par libérer les germes de conservation (kystes) qui propageront la maladie les années suivantes.

En général, les plantes attaquées ont une bonne végétation dans leur partie aérienne et elles ne présentent pas l'apparence de plantes malades (au moins du fait de la Gale noire); mais la production de tubercules est plus ou moins réduite suivant la sensibilité de la variété et suivant les conditions d'humidité. Chez les variétés très sensibles (*Wohltmann*), la récolte peut être presque complètement supprimée les années à printemps et été pluvieux.

2° *Nature du parasite* : Le *Synchytrium endobioticum* a une structure relativement simple; il ne possède pas de mycélium et il est à peu près réduit à des fructifications qui sont de deux sortes. Pendant l'été, il se propage par des zoospores (nées dans des sporanges) qui ne peuvent vivre et se déplacer que dans l'eau; ce qui explique l'hydrophilie du para-

site et ses faibles possibilités de dissémination. Très tôt, il se produit en même temps des organes de conservation : les *kystes*. Ce sont des espèces de grosses spores brunes qui peuvent germer dès l'année suivante, mais qui sont aussi susceptibles de se conserver en bon état dans le sol pendant plusieurs années ; aussi un assolement ordinaire est impuissant à débarrasser de la maladie un champ contaminé.

3° *Espèces et variétés attaquées.* — Le parasite est spécialisé à un petit nombre de plantes de la famille des Solanacées ; il n'attaque pas les végétaux des autres familles.

La Pomme de terre est la plante cultivée le plus souvent envahie ; la multiplication par tubercules favorisant la dissémination de la maladie ; la Tomate est moins souvent affectée, en partie à cause de la reproduction par graines, qui, elles, ne transportent pas les germes infectieux. Quelques Solanacées sauvages de nos pays peuvent être accidentellement parasitées, comme la Douce-amère, et la Morelle noire ; on a constaté aussi le développement du *Synchytrium* sur diverses plantes exotiques de la même famille.

Des parasites, présentant avec le précédent des analogies dans les caractères botaniques et par la nature des altérations qu'ils causent, sont connus chez diverses plantes cultivées comme la Luzerne (*Urophlyctis Alfalfae*) et la Betterave (*Urophlyctis leproides*) ; mais, il s'agit de parasites d'espèces différentes qui ne passent pas sur la Pomme de terre et inversement.

On a vu que les diverses variétés de Pomme de terre sont très inégalement attaquées ; certaines sont complètement *résistantes* ou comme l'on dit parfois, elles sont *immunes* ; c'est-à-dire qu'elles ne sont jamais envahies par le parasite (on en trouvera la liste plus loin dans le tableau résumé, p. 18). D'autres, tout en pouvant être parasitées, ne voient pas leur production de tubercules sensiblement diminuée par la maladie ; on peut les qualifier de *tolérantes* ; elles pourraient être cultivées en zone infectée, mais elles sont dangereuses à cause des facilités de dissémination qu'elles offrent au parasite ; la présence de la maladie pouvant y passer plus facilement inaperçue. Enfin, beaucoup de variétés anciennes sont très sensibles ; leur production de tubercules subit une réduction telle qu'elle leur enlève une grande partie de leur valeur culturale et on ne peut pas les cultiver économiquement dans les régions contaminées. La variété *Wohltmann* est une des plus sensibles (voir liste p. 18). Comme les variétés *résistantes* sont actuellement très nombreuses et de caractères très variés, il n'y a pas lieu de faire intervenir les variétés sensibles dans les zones où elles peuvent être envahies par la Gale noire.

Il convient de remarquer cependant, que même dans les champs contaminés, les tubercules qui réussissent à se développer sur les variétés sensibles sont complètement normaux et gardent toute leur valeur alimentaire.

4° *Historique et distribution géographique de la maladie.* — Ces questions ont un grand intérêt pratique, au point de vue des mesures à prendre pour éviter l'extension de la maladie et la création de nouveaux foyers.

La Gale noire a été observée pour la première fois en Hongrie, en 1896 ; mais ce n'est certainement pas là sa véritable patrie. Beaucoup pensent que le parasite est originaire, comme la Pomme de terre, des Hauts-Plateaux de l'Amérique du Sud (il a été trouvé au Pérou en 1928) ; d'autres supposent qu'elle est venue du Mexique et de l'Amérique centrale. Malheureusement, l'exploration mycologique de ces régions lointaines est très incomplètement faite ; on voit combien cela est regrettable, puisque des parasites très dangereux peuvent provenir de ces pays et causer des dégâts importants dans nos cultures.

A partir de la Hongrie sans doute, la Gale noire s'est répandue en une quarantaine d'années dans presque toute l'Europe occidentale tempérée et froide, surtout celle qui est soumise en été au climat pluvieux marin; depuis l'Atlantique (Grande-Bretagne et Irlande) jusqu'à la Finlande, à la Pologne et la Roumanie. Les États bordant la Méditerranée, à climat plus sec dans l'ensemble, où la Pomme de terre est moins répandue du reste, paraissent jusqu'ici échapper, au moins en partie, à l'invasion. Cependant, la Gale noire a été signalée au Portugal, elle existe dans les Pyrénées françaises et peut-être en Espagne.

Dans les régions plus lointaines, la maladie a été signalée à Terre-Neuve, au Canada, aux États-Unis, au Pérou, au Japon, dans le Sud-Afrique (Natal), etc., et elle paraît capable de s'étendre à toutes les régions propres à la culture de la Pomme de terre.

La situation de la France est particulièrement intéressante. Notre pays, entouré au Nord, Nord-Est, et en partie à l'Est, et peut-être au Sud, par des États très contaminés a été envahi, au début; seulement sur les bords, dans les régions frontalières. La première constatation a été faite en 1925, dans le Bas-Rhin, à Russ, localité sise dans la vallée de la Bruche. Actuellement, de ce côté, on a trouvé des foyers dans le Pas-de-Calais (1933)⁽¹⁾, le Nord (1932), les Ardennes (1934), la Meurthe-et-Moselle (1938), la Moselle (1927), les Vosges (0000); le Bas-Rhin (1925) et le Haut-Rhin. Cette invasion frontalière est prolongée vers le Sud par un foyer découvert en Haute-Savoie (1934) à Saint-Jean-d'Aulph, près de Thonon-les-Bains.

L'origine des foyers du Nord et du Nord-Est paraît assez facile à préciser; la plupart des contaminations ont été trouvées dans de petits jardins ouvriers du Nord ou dans de petites cultures des vallées isolées des Vosges, il s'agit évidemment de transports occasionnels de petites quantités de tubercules de semence provenant des pays voisins: la Belgique et l'Allemagne. Le foyer unique de Haute-Savoie a probablement une origine suisse.

L'établissement d'une autre zone frontalière de contamination dans le Sud pose un problème un peu plus délicat à résoudre; il concerne la région pyrénéenne française; la maladie a été trouvée dans les hautes vallées isolées les unes des autres, d'abord dans le département des Pyrénées orientales (à Casteil 1928, Arles-sur-Tech et Vallespin, 1934), dans l'Ariège (à l'Hospitalet, 1938), puis dans la partie montagneuse du Sud de la Haute-Garonne (à Melles, 1933 et Arbas). Il convient de remarquer que la plupart de ces foyers sont isolés géographiquement les uns des autres, sans communications directes faciles, comme cela s'est du reste produit fréquemment dans les Vosges; on peut donc penser que ces foyers résultent d'introductions indépendantes. La Gale noire n'a pas été jusqu'ici signalée en Espagne, mais il est probable que la prospection a été incomplète dans ce pays, et la maladie a déjà été observée au Portugal.

D'autres faits un peu plus inattendus et surtout plus inquiétants ont été signalés; la Gale noire fut trouvée sur des tubercules reçus dans une féculerie des environs de Dijon; mais l'origine de la culture n'a pas été déterminée. Les féculeries ont joué un rôle important en Allemagne dans la dispersion du parasite. Ces usines font souvent venir de l'étranger de grandes quantités de tubercules de semences qu'elles confient à des agriculteurs du voisinage; de plus, elles répandent dans les champs environnants de nombreux déchets. Un autre foyer a été trouvé dans le Puy-de-Dôme, aux environs de Clermont-Ferrand (1938); en 1940, un foyer a été reconnu dans le Rhône et

⁽¹⁾ Les dates indiquées correspondent à l'année où la maladie a été signalée; en général on peut penser que le parasite existait déjà dans ces foyers trois ou quatre ans auparavant.

un autre dans le Gard (région des Cévennes du Mont Aigoual); enfin, tout dernièrement (1940), la maladie a été signalée dans une région étendue de la Haute-Saône (août 1941).

La répartition géographique de la Gale noire, en France, peut être définie comme suit; une zone frontalière en bordure de la Belgique et de l'Allemagne, avec un prolongement en Savoie, une zone frontalière dans la moitié orientale de la région française des Pyrénées, et enfin des foyers disséminés à peu près dans l'axe Nord-Sud du pays de la Bourgogne à l'Auvergne et au Sud des Cévennes. Presque partout, la maladie est localisée dans de petits jardins servant à l'alimentation personnelle des propriétaires, les grandes régions de cultures destinées à la vente et surtout celles qui sont consacrées à la production des tubercules de semence (Bretagne, etc.) ont jusqu'ici échappé à l'invasion. Ces dernières considérations expliquent la lenteur de l'envahissement de notre pays par la maladie. Cette lenteur permet encore de prendre les mesures nécessaires pour défendre une culture aussi importante contre une destruction partielle; mais cette fausse sécurité ne saurait durer longtemps encore, on ne peut douter que la maladie ne s'étende en quelques années dans toutes les régions humides de notre pays, c'est-à-dire dans toutes celles où la culture de la Pomme de terre est prépondérante. Il est indispensable de multiplier dès maintenant et aussi vite que possible les variétés résistantes.

5° *Traitements directs.* — Cette question est de peu d'intérêt pratique actuellement car les résultats obtenus jusqu'ici ont été insuffisants ou nuls; elle n'est mentionnée que pour principe, il n'y a aucun moyen direct de protéger la plante; c'est, du reste, le cas de la plupart des maladies attaquant les parties souterraines des végétaux.

La désinfection du sol contaminé est pratiquement impossible en grande culture; le soufre employé en grande quantité peut donner des résultats, mais il stérilise le sol et le rend impropre à la culture; le formol a souvent une action insuffisante; de plus, ces procédés sont trop coûteux.

Le traitement ménagé des tubercules de semence par le formol ou par la solution de « sublimé corrosif » peut amener la destruction des germes qui souillent accidentellement la surface; mais il ne peut pas atteindre les kystes qui sont encore à l'intérieur des tumeurs.

Notons enfin, que d'après TEMPEL, les kystes peuvent traverser le tube digestif des animaux sans perdre leur vitalité; ils se conservent aussi souvent dans le fumier; on ne peut les détruire que par la cuisson ou par l'action énergique des antiseptiques (formol, etc.), mais ces procédés employés amènent la mort des tubercules et les rendent dans certains cas inutilisables.

Le champignon se conserve vivant (à l'état de kystes) pendant plusieurs années dans les galles desséchées (SELARIÈS et ROHMER, 1936).

C. Mesures pratiques proposées pour la protection des cultures contre la maladie.

Des considérations générales qui précèdent et des indications sommaires qui ont été données sur la maladie, on peut conclure que la lutte contre la Gale noire doit être basée sur deux idées principales :

1° Mesures prophylactiques proprement dites, mesures provisoires destinées à ralentir

l'extension du parasite dans notre pays, jusqu'à ce qu'on soit prêt à tirer parti des variétés résistantes;

2° Multiplication des variétés résistantes, moyen définitif qui assurera d'une façon stable l'avenir de la culture de la Pomme de terre au point de vue qui nous occupe.

1° *Mesures prophylactiques ou de police sanitaire.* — Ces mesures ont été édictées depuis longtemps, avant la constatation de la Gale noire en France (décret du 19 décembre 1910, arrêté du 6 juin 1924 et arrêtés préfectoraux divers : voir brochure DUCOMET et FOEX), elles tendent à empêcher l'établissement de foyer de maladies dans nos cultures (interdiction d'importation de tubercules malades ou provenant de régions contaminées, destruction des cultures attaquées, interdiction du transport des tubercules des cultures voisines, etc). Ces mesures sont parfaitement justifiées, elles peuvent avoir un effet utile en diminuant la vitesse d'extension du parasite, mais leur efficacité ne peut pas être parfaite, des introductions de tubercules malades peuvent toujours se produire accidentellement, surtout pendant la période troublée actuelle; on a de plus indiqué déjà que dans la plupart des cas les foyers nouveaux ne sont signalés que trois ou quatre ans après leur établissement; ce qui laisse au parasite des chances de dispersion importantes.

Il est par suite certain qu'au cours des années à venir des régions importantes de la France seront fortement contaminées avant que l'on ait pu généraliser la culture exclusive des variétés résistantes. On ne peut pas songer à traiter ces larges zones contaminées comme des foyers isolés, avec destruction des récoltes, etc. Il y a lieu de tenir compte des intérêts des cultivateurs qu'on ne peut pas tenir comme véritablement responsables de l'introduction du parasite dans leurs champs; de plus, il serait inadmissible qu'on rende inutilisable des quantités importantes d'un aliment de première nécessité.

Au point de vue de la gravité des mesures envisagées, il y a donc deux cas à considérer :

1° *Foyers isolés au milieu de régions saines.* — Ce cas sera à considérer comme il a été dit tant qu'il y aura des quantités importantes de variétés sensibles cultivées faute de pouvoir les remplacer par des variétés résistantes.

Il y a lieu de détruire les petits foyers constatés en suivant la législation actuelle. Il convient, bien entendu, de rendre obligatoire la culture des variétés résistantes autour des foyers et dans la zone de protection et d'interdire la culture de la Pomme de terre dans les champs contaminés jusqu'à ce qu'ils fassent partie d'une « zone contaminée ».

2° *Zones contaminées.* — Lorsqu'une région importante (canton, arrondissement ou département, etc.) présentera de très nombreux foyers, il y aurait lieu de la déclarer zone contaminée. Cette déclaration impliquerait les mesures suivantes :

a. Interdiction de sortie de la région de l'ensemble des tubercules de Pommes de terre qui y sont récoltés (deux zones contaminées contiguës étant bien entendu fusionnées);

b. Interdiction de la culture des variétés sensibles dans toute la région (sauf dérogation provisoire pour la partie intérieure; dans le cas où il serait impossible de fournir immédiatement la quantité de tubercules de semence nécessaire);

c. Interdiction de la circulation des tubercules, provenant des cultures locales, dans une zone de bordure de largeur à déterminer. La circulation et l'utilisation des tubercules étant libres à l'intérieur de la zone contaminée à l'exception de la bordure de protection.

3° *Multiplication des variétés résistantes* ⁽¹⁾. — L'obligation de cultiver les variétés résistantes dans les zones présentant actuellement des foyers est pleinement justifiée et il faut dès maintenant prendre les dispositions nécessaires pour l'étendre au fur et à mesure des possibilités à toute la France. Il est donc urgent d'assurer la multiplication intensive des variétés résistantes, que nous possédons dans notre pays et de procéder à des importations complémentaires suffisantes en provenance des pays étrangers.

On possède des indications certaines sur la résistance à la Gale noire de la plupart des variétés de pommes de terre connues grâce aux essais faits en France ⁽²⁾ ou à l'étranger. Il est important de constater à ce point de vue que la résistance d'une variété déterminée s'est montrée à peu près la même dans les divers pays où elle a été contrôlée (les indications contraires en apparence provenaient d'une détermination inexacte des variétés).

Il reste cependant à compléter nos connaissances sur quelques points relatifs à la valeur culturale des variétés résistantes et à leur adaptation définitive aux diverses régions françaises, en particulier aux régions méridionales; mais il faut considérer justement que l'introduction en grand de ces variétés dans les pays en question pourra seule fournir les renseignements qui manquent encore. Cependant, on peut être assuré que toutes les variétés résistantes indiquées dans le tableau résumé (p. 18) sont susceptibles de donner des résultats toujours suffisants et souvent très bons; pour quelques variétés, on ne possède pas de renseignements cultureux suffisants, ou bien leur état sanitaire au point de vue des maladies de « dégénérescence » (en fait : maladies à virus) est incertain, ou bien encore ce sont des variétés dont il serait difficile actuellement d'obtenir des tubercules de semence (var. anglaises, etc.).

Les variétés nouvelles n'ont pas toujours des qualités correspondant exactement à celles des variétés sensibles actuellement cultivées et qu'elles sont destinées à remplacer; ainsi aucune variété résistante ne peut se substituer à la *Bintje* (variété sensible d'origine hollandaise, mais aujourd'hui très cultivée en France); néanmoins, des indications sur les substitutions approximatives ont été indiquées dans les tableaux, sans qu'il y ait là toute la précision désirable.

Les variétés actuellement cultivées dans les divers pays d'Europe ont des origines géographiques très diverses qui n'ont pas été indiquées, ces renseignements sont, du reste, aujourd'hui sans intérêt; mais on a mentionné entre parenthèses les régions où les agriculteurs français peuvent se procurer le plus facilement des tubercules de semences contrôlées : (All) Allemagne, (Bret.) Bretagne, (Holl.) Hollande, etc. Les noms des variétés qui paraissent les plus importantes (à divers titres) pour les cultures françaises sont en PETITES CAPITALES, ceux des variétés qui sont seulement importantes sont en *italiques*; les noms des variétés secondaires sont en caractères ordinaires.

La sensibilité au Mildiou des variétés a été notée de 0 à 5 et figure dans la liste avec l'indication *Sm.*

On a indiqué de plus la quantité (en quintaux métriques) de tubercules de semence qui a été produite en 1941 dans les régions françaises de sélection contrôlée, la Bretagne en particulier.

Certaines variétés introduites d'Allemagne existent dans les cultures de la zone occupée, mais n'ont pas fait l'objet d'un contrôle officiel dans les cultures françaises, les chiffres de la production ne sont pas indiqués ici.

Variétés complètement résistantes dites « immunes ».

⁽²⁾ Pour les variétés nouvelles ou non encore contrôlées, un service pour l'étude de la résistance est en voie d'organisation; il est destiné à remplacer celui de Russ, actuellement inutilisable, mais qui a fonctionné utilement de 1926 à 1939.

Variétés résistantes à cultiver.⁽¹⁾

1° Variétés précoces ou demi-précoces (pour culture en « primeurs »).

a. A chair jaune : BELLE DE FONTENAY ou Hénaut (Sm. 4) [Loiret 530 quintaux].
JULI (ou Belle de Juillet) (Sm. 4) [All.].

Ces deux variétés peuvent remplacer *Eerstelingen*, variété sensible à éliminer.

Bonnotte de Noirmoutier (Sm. 3) [spéciale à l'île de Noirmoutier].

b. A chair blanche : ÉTOILE DU LÉON (Sm. 4) [Bret., 14.180 quintaux].
KREBSFEST KAISERKRONE (Sm. 1) [All.].

Peuvent remplacer *Royal Kidney*, variété sensible à éliminer.

2° Variétés demi-précoces (de grande consommation).

a. A chair jaune : FLAVA (Sm. 3) [Bret., 7.990 quintaux].
Muntinga n° 17 (Sm. 2) [Bret., 200 quintaux et Holl.].

Ces variétés intermédiaires peuvent dans une certaine mesure remplacer *Bintje*, variété sensible qui est cependant plus précoce et aussi les variétés tardives (v. 4°) d'hiver.

3° Variétés demi-tardives (potagères et de grande consommation).

a. A chair jaune : ROSA (Sm. 4) [Bret., 40 quintaux].
FEUERGOLD ou Feu doré (Sm. 2) [All.].

Peuvent à la rigueur remplacer la *Saucisse*, variété sensible à éliminer.

4° Variétés tardives (de grande consommation ou fourragères).

a. A chair jaune : ACKERSEGEN (Sm. 0 à 1) [peau blanche] (Bret. 3.517 quintaux] et All.).

OSTBOTE (Sm. 1) [Bret., 3.480 quintaux, et All.].

b. A chair jaune (peau rouge) FUREORE (Sm. 3) [Bret., 560 quintaux, et Holl.].

c. A chair blanche (peau blanche) PEPO (Sm. 1—2) [All.].

d. A chair blanche (peau rouge) : SICKINGEN (Sm. 2) [All.].

Cette catégorie et la troisième surtout *Flava*, *Ostbote* et *Fureore* et secondairement *Ackersegen*, *Konsuragis*, *Alpha*, *Mittelfruhe*, *Voran*, *Prisca* et *Pepo*, peuvent remplacer dans une certaine mesure les variétés sensibles actuellement cultivées pour la consommation d'hiver (telles que : *Industrie* à chair jaune et *Institut de Beauvais* à chair blanche⁽¹⁾).

⁽¹⁾ Dans les régions méridionales de la France, pour remplacer l'*Institut de Beauvais*, particulièrement adapté à ce climat, il y aurait lieu d'essayer plusieurs variétés telles que :

PEPO, *Flava*, *Ostbote*, *Fureore*, *Muntinga* 17.

5° Variétés féculières :

Max Delbruck (Sm. 1-2) [All.].*Parnassia* (Sm. 2) [Bret. 670].Peuvent remplacer *Wohltmann* et les autres variétés féculières sensibles.

Liste des variétés sensibles à éliminer.

Dans toutes les zones infectées par la Gale noire ou dans leur voisinage les variétés suivantes doivent être rigoureusement éliminées et remplacées par les variétés résistantes qui sont indiquées et qui peuvent leur être plus ou moins exactement substituées (voir tableau résumé précédent.)

1° Variétés précoces, ou demi-précoces (« primeurs ») :

EERSTELINGEN (parfois appelée par erreur « Sterling ») peut être remplacée par *Juli* et *Belle de Fontenay*, variétés résistantes.

'Sharpe' Express, ROYAL KIDNEY et EARLY ROSE (peuvent être remplacées par *Etoile du Léon* et *Krebsfest Kaiserkrone*, variétés résistantes.)

2° Variétés demi-précoces (de grande consommation) :

BINTJE (non remplaçable exactement en ce moment, à essayer *Flava* et *Muntinga*, variétés résistantes à la Gale noire, mais peut être trop sensibles aux maladies de dégénérescence) *Duchesse*.

3° Variétés demi-tardives (potagères et de grande consommation) : *Saucisse* (remplaçable à la rigueur par *Feuergold*, variété résistante).

4° Variétés demi-tardives (de grande consommation) :

INDUSTRIE et INSTITUT DE BEAUVAIS, (ces deux variétés importantes peuvent être probablement remplacées par les variétés demi-tardives ou tardives résistantes suivantes : *Flava*, *Ostbote*, *Pepo*, *Furore*, *Ackersegen*, etc).

5° Variétés féculières :

Centifolia, WOHLTMANN, Herbstrote. Ces trois variétés féculières sensibles peuvent être remplacées par les variétés résistantes : PARNASSIA et MAX DELBRUCK.

Résumé et conclusions.

La Gale noire de la Pomme de terre est une grave maladie qui peut compromettre une des cultures essentielles de notre pays.

Les mesures prophylactiques ou de police sanitaire ne peuvent que retarder l'extension du parasite, sans l'empêcher complètement, le seul moyen de protection consiste dans la généralisation de la culture des variétés résistantes. Cette mesure est au point et il est indispensable de la mettre en pratique le plus rapidement possible :

1° *En multipliant d'une façon intensive, les variétés résistantes* qui existent actuellement en France (BELLE DE FONTENAY, JULI, ÉTOILE DU LÉON, ACKERSEGEN, OSTBOTE, FUIRORE, PARNASSIA, etc.), de manière à produire la plus grande quantité possible de tubercules de semences sélectionnées.

2° A titre complémentaire, en *important de l'étranger*, avec quelque prudence, les mêmes variétés et quelques autres telles que : KREBSFEST KAISERKRONE, FEUERGOLD, PEPO, SICKINGEN, MAX DELBRUCK, etc., qui ne sont pas encore cultivées dans nos régions de sélection en quantité notable.

Pour l'importation de tubercules provenant de l'étranger et à destination des grandes régions de sélection (Bretagne, etc.) il serait prudent d'instituer des cultures relais dans des régions favorables à la sélection, mais isolées (par exemple en montagne); après une année de culture et contrôle rigoureux de l'état sanitaire des produits en seraient dirigés vers les grands centres de multiplication.

3° *En interdisant progressivement dans les zones successives la culture des variétés sensibles* à partir de la frontière nord et nord-est, ainsi que dans toutes les zones où les foyers sont déjà connus ou qui seraient ultérieurement constatés.

Provisoirement des *prospections attentives* devraient être faites au moment de l'arrachage des Pommes de terre au voisinage des régions contaminées ou suspectées. Les parties où de nombreux foyers seraient découverts seraient déclarées *zones contaminées* et seraient soumises au régime indiqué à la page 94.

Il convient enfin d'encourager la création de variétés résistantes nouvelles de Pommes de terre, de mieux en mieux adaptées aux conditions, de cultures de notre pays, aux exigences du commerce, au goût des consommateurs et plus ou moins résistantes aux autres maladies.

BIBLIOGRAPHIE.

1934. — DUCOMET (V.) et FOEX (Et.). — La maladie verruqueuse de la Pomme de terre (Imprimerie nationale, Paris 1934, 24 p., 1 pl. en couleurs).
1936. — DUCOMET (V.) et FOEX (Et.). — La Galle verruqueuse de la Pomme de terre. Mise au point de la question de la résistance des variétés (*Annales des Épiphyties*, nouvelle série, vol. I, 1936 p. 57-79).
1936. — SELARIÉS (P.) et ROHMER (G.). — La maladie verruqueuse de la Pomme de terre en Alsace. (*Annales des Épiphyties*, nouvelle série, vol. I, 1936, p. 23-55, 26 fig.)
1938. — DIEHL (R.). — La Pomme de terre (Imprimerie nationale, 1938, 157 p., 65 pl. en couleurs).

ESSAIS DE TRAITEMENT

DES MALADIES DES PLANTES EN 1941 ⁽¹⁾

par G. ARNAUD,

Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

La situation actuelle imposant d'attacher une importance spéciale aux recherches d'ordre pratique, la Station centrale de Pathologie végétale a essayé de développer les études concernant les traitements anticryptogamiques.

Des communications ont été faites à l'Académie d'agriculture en octobre 1940, pour mettre au point certaines questions et il a été demandé à l'Administration d'organiser un service de contrôle des produits anticryptogamiques; cette proposition a été approuvée et elle a été insérée dans le programme officiel des recherches à effectuer en 1941.

Une partie importante de ce service a été établie au Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, près de Bordeaux, en même temps que l'on continuait des travaux analogues ou connexes à la Station centrale et dans diverses stations régionales. Les essais ont porté sur quelques maladies bien connues qui sont importantes par elles-mêmes et qui, de plus servent à mesurer le pouvoir anticryptogamique des diverses substances.

Les principaux points à considérer pour 1941 sont les suivants :

1° Traitement du Mildiou, de l'Oïdium de la Vigne (centre du Sud-Ouest pour les recherches pratiques; stations de recherches viticoles de Montpellier pour les études de laboratoire et dans le vignoble).

2° Traitement de la Carie du Blé (à la station centrale de Versailles).

D'autres essais avaient été organisés traitement du Mildiou de la Pomme de terre Tavelure des arbres fruitiers, mais les conditions climatiques n'ont pas permis qu'ils donnent des résultats intéressants.

⁽¹⁾ Rapport présenté le 14 octobre 1941.

I. Traitement du Mildiou de la Vigne.

La production des composés cupriques étant insuffisante, il en résulte une situation angoissante, elle peut amener en France une catastrophe économique.

Le Mildiou, en effet, est capable de détruire toute la récolte même les années d'invasions modérées si l'on ne traite pas la Vigne; ce serait alors la perte d'un revenu de 8 à 10 milliards. Ce n'est cependant pas le côté le plus grave de la question; les vignes attaquées par la maladie perdent rapidement leurs feuilles; les sarments et la souche elle-même n'accumulent pas les réserves habituelles, ils ne «s'aoûtent pas» comme l'on dit. Or, les sarments et les autres organes de la Vigne non aoûtés résistent très mal aux froids de l'hiver, ils sont souvent tués. Ces accidents étaient jusqu'ici peu fréquents, puisque les vignes étaient régulièrement traitées; mais cependant, ils n'étaient pas rares dans les jeunes plantations greffées où les organes verts sont plus sensibles au Mildiou et plus difficiles à protéger par les traitements cupriques; les viticulteurs négligents omettent les traitements d'été indispensables dans ce cas. On a pu alors constater une mortalité de 10 p. 100 des souches et dans certaines parties de 50 p. 100. A Versailles, le cépage *Aramon* très connu dans le Languedoc, a perdu 50 p. 100 des souches à la suite des trois hivers rigoureux qui se sont succédés dernièrement.

Si, par malheur, le vignoble français n'était pas traité, un hiver rigoureux suivant une forte invasion du Mildiou pourrait amener la mort totale des souches ⁽¹⁾. Or, le vignoble français représente un capital d'une centaine de milliards. Il est inutile d'insister sur la gravité d'une pareille situation:

Une action moins grave, mais cependant importante, est apparue en 1941; une protection insuffisante contre le Mildiou retarde la maturité du raisin, et depuis quelques années, cette maturité laisse souvent à désirer, même dans le Sud-Est; cette année, on a été obligé d'abaisser nettement le degré minimum des vins.

Jusqu'ici de nombreuses tentatives ont été faites en vain pour remplacer le cuivre ou pour diminuer la consommation des produits cupriques; néanmoins, il y avait lieu d'essayer les diverses formules proposées en France et à l'étranger.

Considérations générales. — Quelques indications préliminaires sont nécessaires pour bien mettre en place les questions et pour éviter les objections sans fondement quoique elles paraissent très logiques, trop logiques.

Ces notions de base ont été déjà données dans un rapport présenté à l'Administration le 5 août dernier.

«Après quelques années d'essais plus ou moins fructueux la question du traitement du Mildiou de la Vigne a été résolue d'une façon remarquable par la *Bouillie bordelaise* (et quelques autres produits cupriques), il y a environ cinquante ans.

«Depuis cette époque, des études très nombreuses poursuivies dans tous les pays du monde n'ont fait que confirmer la supériorité de ce produit non seulement contre le Mildiou de la Vigne, mais pour la lutte contre beaucoup d'autres cryptogames.

«Il convient de ne pas sous-estimer l'effort admirable fait en la circonstance, il n'est pas exagéré de dire que la *bouillie bordelaise* («Bordeaux-Mixture» des pays de langue

⁽¹⁾ On pourrait essayer dans ce cas d'entourer au moins partiellement les souches d'une butte de terre, comme on les enterre en Europe orientale froide.

anglaise, « Bordeaux-Bruhe » des Allemands, etc.) est une des gloires de l'Agronomie française, elle est employée dans tous les pays du monde sur une grande échelle.

En ce qui concerne en particulier le Mildiou de la Vigne, tout le problème se résume dans la question du cuivre, on peut le résumer en disant :

- 1° Actuellement, le cuivre est irremplaçable pour le traitement de la Vigne;
- 2° Tous les produits cupriques agissent plus ou moins sur le Mildiou;
- 3° La bouillie bordelaise (la bouillie bourguignonne et le Verdet gris) représente la forme la plus efficace du cuivre.

L'importance nationale des composés cupriques reste donc entière.

« Les efforts multipliés d'un demi-siècle n'ont pas pu modifier ces conclusions, aucune voie nouvelle n'a pu être ouverte pendant ce laps considérable de temps, aussi serait-il dangereux d'escompter des découvertes rapides sur un terrain aussi soigneusement fouillé; seul un hasard heureux et inattendu peut indiquer une voie nouvelle profitable. » Seuls, quelques métaux (Nickel, etc.) peuvent remplacer plus ou moins le Cuivre en théorie, mais ils sont beaucoup plus rares et beaucoup plus chers aussi leur valeur pratique est nulle.

Ces considérations permettent de répondre à ceux qui s'étonnent, qui s'indignent même que l'on recommande toujours le même produit, c'est que la bouillie bordelaise est à la fois un commencement et une fin. Il est évidemment gênant pour un exposé historique harmonieux que le meilleur produit ait été découvert le premier; comme viticulteur, nous ne pouvons nous en plaindre, comme français nous devons nous en féliciter.

*
* *

Quelques notions sont indispensables pour apprécier sainement les différences d'action des bouillies cupriques variées; elles concernent en particulier la composition de ces produits et leur mode d'action; ce sont des questions extrêmement complexes, il ne sera ici examiné que quelques points :

Composition des bouillies. — Dans les discussions on parle souvent de bouillies à 1, 2, 3 p. 100 de sulfate de cuivre⁽¹⁾ et certains esprits non prévenus ont tendance à établir entre ces diverses bouillies les mêmes rapports qu'entre des solutions d'acides ou de bases de divers titres, en fait, pour les bouillies cupriques, il s'agit le plus souvent de liquides tenant en suspension des matières cupriques insolubles ou qui s'insolubilisent après le traitement.

Ces substances insolubles saturent plus ou moins l'eau du mélange, mais en donnant des solutions infiniment plus diluées que la solution de sulfate de cuivre primitive; ainsi, les bouillies bordelaises ordinaires (alcalines) contiennent en dissolution vraie environ 1 millionième de cuivre, c'est du reste à peu près la quantité de cuivre qu'il faut pour tuer les zoospores du parasite. Théoriquement, donc il suffirait de faire des bouillies à cette très faible dose, en fait, il n'en est rien les bouillies faibles sont peu efficaces. Cela tient à ce que la bouillie n'agit pas tant par sa concentration primitive en sulfate

⁽¹⁾ Le sulfate de cuivre contient environ 25 p. 100 de cuivre métal; pour les produits cupriques autres que le sulfate on traduira leur composition en supposant que le cuivre y est à l'état de sulfate.

de cuivre que par la provision de composés cupriques qu'elle laisse sur les feuilles ; c'est donc surtout par la quantité de cuivre *utilement* répandu à l'hectare que le produit agit. Par suite, la richesse en cuivre d'une bouillie n'a pas un rapport direct avec la consommation réelle de cuivre. Par exemple, la réduction de la concentration d'une bouillie de 2 p. 100 à 1 p. 100 de sulfate de cuivre ne réalise pas nécessairement une économie de métal, si l'on désire atteindre une efficacité déterminée ; en fait, il peut y avoir augmentation ou diminution.

Cette considération est liée à celles qui vont suivre.

Mode d'action des bouillies cupriques. -- Le mode d'action intime est inconnu ; comme tous les composés cupriques essayés ont une action, et que des métaux voisins comme le nickel agissent activement, on peut admettre que le pouvoir anticyptogamique est lié étroitement à la nature chimique du métal.

Mais l'action d'une bouillie déterminée n'a pas une valeur *absolue* constante et c'est un point essentiel dont on doit tenir compte dans l'appréciation des résultats d'expériences.

Des règles assez générales sont les suivantes :

1° Les bouillies cupriques sont d'autant plus efficaces qu'elles sont plus concentrées, mais comme il vient d'être dit, leur activité n'est pas proportionnel à la concentration il y a parallélisme, mais non proportionnalité. Une bouillie à 2 p. 100 est meilleure qu'une bouillie à 1 p. 100, mais sa supériorité n'est pas double et la différence n'a pas une valeur constante.

2° Les causes qui facilitent l'action des bouillies diminuent en général les différences entre les bonnes et les mauvaises bouillies ; dans ce cas, les résultats donnés par les diverses bouillies cupriques (par exemple à faibles ou fortes concentrations) tendent à se rapprocher. Ce phénomène d'homogénéisation peut résulter en particulier d'une faible intensité de la maladie, de l'emploi de cépages résistants, de l'abondance de liquide employé, du nombre et de la bonne répartition des traitements, etc.

Ainsi, une année où la maladie est peu intense, il pourra y avoir une différence d'action à peine sensible entre des bouillies à 1 et à 2 p. 100 ou bien, en doublant le nombre de traitement, on peut compenser l'infériorité d'une bouillie trop diluée, etc.

Les années où le Mildiou est très grave mettent seules en évidence des différences parfois très grandes qui se montrent alors entre produits considérés antérieurement comme pratiquement équivalents. Les années dites « à mildiou » ont mis fin aux illusions de certains viticulteurs qui ont vu la moitié de leur récolte disparaître par suite de l'utilisation de produits qui leur avaient donné précédemment satisfaction.

Les pertes résultant ainsi des années « à mildiou » (environ 1 année sur 4) dépassent largement les économies réalisées les autres années par l'emploi d'un produit inférieur.

En pareille matière, comme en beaucoup d'autres, l'instrument employé doit être réglé sur l'effort maximum ; cela n'est pas particulier à la Pathologie végétale ; en mécanique, les diverses parties d'une charrue ont une résistance qui n'est pas seulement en rapport avec le découpage de la terre meuble en bande ; une charrue qui casserait chaque fois qu'elle rencontre une grosse pierre ou une racine serait un mauvais instrument.

On voit combien la comparaison entre deux produits est complexe et combien il faut être prudent dans l'extension à d'autres cas des conclusions tirées d'un essai.

Résultats des essais effectués en 1941 sur le mildiou de la vigne.

Ces essais ont été effectués au Domaine du Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest (domaine de la Grande-Ferrade)⁽¹⁾.

Les produits essayés comprenaient des bouillies cupriques et des substances non cupriques; mais ces dernières (matières colorantes à 2 p. 1000, Orangé II : Vert Malachite, Bleu Meldola) n'ayant montré aucune action contre le Mildiou, il n'en sera pas question. La Sylvinite (à 2 p. 100 et 0,5 p. 100) cause des brûlures. « Action anticryptogamique pratiquement nulle. » Il en sera de même pour l'eau Céleste (à 1,5 p. 100) plus efficace, mais qui a causé de telles brûlures qu'aucune notation n'a pu être faite.

Causes de variations. — On a vu précédemment que certaines causes peuvent diminuer ou augmenter les différences existant entre les divers produits; en 1941, dans le Bordelais, il y a eu tendance au rapprochement des divers essais. En effet, l'intensité du Mildiou a été médiocre et par suite, les conditions de l'année ont été relativement favorable aux produits inférieurs.

D'après le rapport de M. DARPOUX, sur le Service des Avertissements agricoles (p. 9), le Mildiou n'a pas été redoutable. La maladie s'est développée tardivement, les troisième et quatrième traitements furent les plus efficaces; le deuxième traitement le fut moins, mais le premier traitement ne s'est pas montré utile. Aussi quatre traitements à la bouillie bordelaise à 2 p. 100 ont suffi; et dans certains cas, les bouillies à 1 et à 1,5 p. 100 complétées par un poudrage cuprique ont donné de bons résultats. Il est à remarquer que dans le Sud-Est (Languedoc) la maladie a été nettement plus grave à cause des pluies estivales qui sont ordinairement exceptionnelles dans cette région.

D'autres causes ont facilité l'action des anticryptogamiques; dans les essais officiels, les pulvérisations ont été faites avec le plus grand soin naturellement; leur exécution (et par suite leur activité) a été facilitée par le mode de conduite de la vigne, qui, au domaine de la Grande-Ferrade, est pallissée sur fils de fer et sévèrement rognée; les rangées de ceps constituent de minces murailles de feuillages très régulières et il est très facile d'atteindre les divers organes à protéger. Dans une vigne du Sud-Est, en gobelet, sans pallissage, l'exécution des traitements est plus difficile.

A la Grande-Ferrade, les essais ont été faits sur Cabernet franc et sur Merlot. Étant donné la nécessité de présenter le rapport à la séance du 14 octobre, il n'a pas été possible de réunir certaines notations en particulier sur le poids des raisins produits par les divers lots.

Résultats obtenus. — Les bouillies cupriques se sont classées dans l'ordre de leur concentration en cuivre (représenté ici par la valeur correspondante en sulfate de cuivre). Il a été fait le plus souvent cinq traitements. Les indications qui suivent sont extraites en général textuellement du rapport fait par les expérimentateurs. Une solution de sulfate de nickel a été également essayée (voir à la fin) :

a. *Bouillie bordelaise à 2 p. 100 de sulfate de cuivre* : « très bonne préservation des grappes et des feuilles, même avec quatre traitements ».

⁽¹⁾ Ces essais ont été organisés par la Station centrale avec le concours de M^{lle} GAUDINEAU, chef de travaux; ils ont été réalisés par M. DARPOUX, préparateur au centre du Sud-Ouest, qui a déployé beaucoup de zèle et de soins et qui mérite des remerciements.

b. *Bouillie bordelaise à 1 p. 100* : « Quoique légèrement inférieure à la bouillie bordelaise à 2 p. 100, la bouillie bordelaise à 1 p. 100 a cependant assuré une protection suffisante. »

La bouillie à l'oxychlorure de cuivre (sous forme commerciale) à 1,5 p. 100 a donné les résultats suivants : « résultats sensiblement les mêmes qu'avec la bouillie bordelaise à 1 p. 100 » (mais il y aurait lieu de calculer la quantité de sulfate de cuivre correspondante qui semble être supérieure à 1 p. 100).

D'autres bouillies à 1 p. 100 de sulfate de cuivre modifiées par l'addition de divers produits accessoires ont donné des résultats analogues à la bouillie bordelaise simple à 1 p. 100 ; par suite les additions en question, qui représentent en général une augmentation de prix, ne paraissent pas avantageuses. Il s'agit en particulier de la bouillie au *phosphate trisodique*, de la bouillie à la *caséine*, etc.

c. *Bouillie bordelaise à 0,5 p. 100* : « bouillie légèrement inférieure à la bouillie bordelaise à 1 p. 100 ; cependant assez bonne protection dans l'ensemble. »

d. *Bouillie Cazale à 0,2 p. 100* : « bouillie nettement inférieure aux bouillies bordelaises, mêmes à la bouillie bordelaise à 0,5 p. 100. »

e. *Ammoniure de cuivre cellulosique* : (à 30 gr. de cuivre par hectolitre). Correspondant à 0,12 p. 100 de sulfate de cuivre, environ. Il y a lieu d'indiquer qu'au cours des essais, le produit paraît avoir été modifié ou a subi une transformation chimique spontanée ; au premier traitement, le produit était difficile à pulvériser ; au second, l'effet de la colle cellulosique paraissait avoir diminué ; enfin le produit fourni pour les trois derniers traitements semblait dépourvu de colle (peut-être à la suite d'une hydrolyse de la cellulose).

Le service a non seulement fait les notations dans les essais officiels, mais il a encore visité des vignobles traités par ce produit ; il y a donc deux notations qui, du reste sont analogues ; dans les vignobles, l'action de l'ammoniure qui est insuffisante pour la protection des grappes a été complétée le plus souvent par un poudrage cuprique.

Dans les essais officiels, « avec quatre traitements, la protection a été nettement insuffisante. Avec cinq traitements, les résultats sont presque équivalents à ceux de la bouillie Cazale, mais comme eux nettement inférieurs à ceux des bouillies bordelaises. »

Dans le vignoble, « l'ammoniure de cuivre ne semble pas devoir assurer une protection égale à celle de la bouillie bordelaise. Cependant, il est possible que par un nombre double de traitements (huit au minimum) complétés par deux poudrages cupriques, sur cépages sensibles au Mildiou de la grappe, la récolte puisse être sauvée en année à invasion d'intensité moyenne du Mildiou ».

On peut noter que la solution simple de sulfate de cuivre à 0,3 p. 100 ou 0,5 p. 100 a donné aussi dans certains cas de bons résultats dans le Sud-Est (rapport Branas).

f. *Bouillie commerciale* (produit résiduel contenant de faibles quantités de cuivre et de zinc, mais dont la composition exacte n'est pas indiquée). On a noté : « Protection très nettement insuffisante. »

g. *Solution de sulfate de nickel à 2 p. 1.000*. — Des essais antérieurs faits par divers auteurs ont montré que les bouillies au nickel ont une action analogue à celle du cuivre ; pour varier les conditions d'expériences et par raison d'économie en a essayé seulement une solution simple très faible à 2 p. 1.000 qui « a une action anticryptogamique, mais la dose est trop faible pour assurer une protection suffisante. De plus, la solution cause quelques brûlures. »

Conclusions sur l'essai de bouillies cupriques :

Les résultats obtenus ont malheureusement confirmé ce que l'on connaissait après cinquante ans d'expériences renouvelées. Au fur et à mesure que l'on abaisse la teneur en sulfate de cuivre au-dessous de 2 p. 100, l'efficacité du produit diminue de plus en plus.

Pendant une année d'invasions très modérées, comme cela se produit en 1941, dans le Sud-Ouest, les bouillies à faibles teneurs en cuivre donnent un résultat notable qui peut faire illusion ; si la maladie avait une action intense, les dégâts du Mildiou seraient certainement très graves.

Il faut considérer que même la bouillie bordelaise à 2 p. 100 ne supprime pas complètement les pertes dans certains vignobles les années « à Mildiou ». Pour qu'elle soit efficace, il faut l'appliquer avec soin, la répandre assez abondamment et en faisant un nombre suffisant de traitements.

En effet, une question qui mérite de retenir l'attention est celle du nombre de traitements. Elle a été étudiée par diverses personnes et récemment par le professeur BRANAS (voir Bibliographie, n° 41). *Si le cuivre manque partiellement*, on peut être amené à procéder de trois manières : réduire la teneur en cuivre des bouillies, réduire la quantité de bouillies à l'hectare, réduire le nombre de traitements.

Ce sont là des alternatives très pénibles ; car toutes contribuent à réduire l'efficacité des traitements. Dans le choix de la solution à adopter, il y a aussi une question de mesure. La décision devrait varier un peu suivant les années. Néanmoins, on peut admettre qu'il vaut mieux faire *au moins* cinq ou six traitements et utiliser environ 6 hectolitres de bouillies bordelaises par hectare. A 2 p. 100, cela représente environ 60 à 72 kilogrammes de sulfate de cuivre par hectare. Si cela est absolument nécessaire, on peut *en s'exposant à quelques risques* abaisser la teneur à 1,5 p. 100 (soit environ 45 à 54 kilogr. de sulfate) ; descendre à 1 p. 100 (30 à 36 kilogr.), c'est entrer dans la zone dangereuse en cas d'attaque intense, comme on l'a vu en 1941 dans la Sud-Est.

Dans cette région du Languedoc, où l'on a disposé d'environ 30 kilogrammes de sulfate par hectare, le Mildiou a donné un avertissement sévère ; beaucoup de vignobles ont perdu de 25 à 30 p. 100 de la récolte ; pour certains cépages comme le Carignan ou le Grand-Noir, qui ont eu les grappes fortement attaquées, les dégâts ont été parfois de 50 p. 100. De plus, la maturité des raisins a été nettement retardée par la chute d'une partie des feuilles et on a pu croire un moment que cette maturité serait insuffisante pour donner un vin marchand. Il y a eu heureusement trois semaines de beau temps en septembre qui ont rétabli partiellement une situation compromise. Cependant, la maladie n'avait eu qu'une intensité moyenne.

Bibliographie des traitements cupriques.

La bibliographie de la question est immense, on ne donnera ici que l'indication de quelques publications concernant la situation actuelle.

1. ARNAUD (G.). — Traitement du Mildiou de la Vigne. Aspect actuel de la question. — (*C. R. Académie d'agriculture*, XXVI, séance du 2 octobre 1940, p. 720.)
2. ARNAUD (G.) et GAUDINEAU (M^{lle} M.). — Les traitements des arbres fruitiers et la situation actuelle. — (*C. R. Académie d'agriculture*, XXVI, séance du 16 octobre 1941, p. 778.)
3. BRANAS (J.) et BERNON (G.). — Bouillies nouvelles (*Le Progrès agricole et viticole*, tome 116, 9 février 1941, p. 97.)

4. BRANAS (J.). — Le cuivre. — (*Le Progrès agricole et viticole*, tome 116, 19 février 1941, p. 48).
5. BRANAS (J.). — Le Mildiou. — (*Le Progrès agricole et viticole*, tome 116, 27 juillet-3 août 1941, p. 49.)
6. BRANAS (J.). — La viticulture et le cuivre. — (*Le Progrès agricole et viticole*, tome 116, 14-21 septembre 1941, p. 114.)

Résultats des essais effectués en 1941 sur l'oïdium de la vigne.

Si le traitement du Mildiou pose la question du cuivre, celui de l'Oïdium met en évidence le soufre, mais d'une façon un peu moins stricte car diverses autres substances très variées peuvent alors intervenir (polysulfures, permanganate de potasse, etc.). Les produits cupriques ne sont pas inactifs, mais jusqu'ici leur action est accessoire et toujours insuffisante.

Une autre différence tient à l'importance de la maladie : l'Oïdium peut détruire la récolte chez les variétés sensibles, mais, il ne tue jamais les souches et il diminue rarement leur vitalité ; son action est en quelque sorte annuelle.

Les essais faits dans le Sud-Ouest seront brièvement résumés :

Il convient de remarquer que toutes les vignes sur lesquelles ont porté les traitements contre l'Oïdium ont été traitées de plus à la bouillie bordelaise pour éviter les dégâts du Mildiou qui aurait empêché toute constatation des effets de l'Oïdium.

a. *Soufre sublimé* : le soufre (trois traitements) a donné des résultats pratiquement parfaits.

b. *Bouillie bordelaise + Neckal* : on a employé la bouillie bordelaise à 2 p. 100 de sulfate de cuivre additionné d'un produit mouillant, le « Neckal », à raison de 1 p. 1.000.

C'est le liquide ayant donné le meilleur résultat mais cependant la protection est insuffisante.

c. *Bouillie sulfocalcique* (solution commerciale concentrée T), mise à raison de 0,8 p. 100 dans l'eau).

« Différences appréciables avec le témoin mais action insuffisante. »

d. *Foie de soufre* (à 0,5 p. 100 dans l'eau), action analogue à celle de la bouillie sulfocalcique.

e. *Hyposulfite de soude + Neckal* : (Hyposulfite de soude à 0,3 p. 100 et Neckal à 1 p. 1.000 dans l'eau), « action nettement insuffisante ».

f. *Permanganate de potasse + bouillie bordelaise + adhésif commercial A* : « Résultats un peu meilleurs que le permanganate de potasse et que le mouillant seuls. La bouillie bordelaise semble avoir une action sur l'Oïdium. »

g. *Permanganate de potasse + adhésif A* : « aucune différence nette avec le témoin non traité. Ne peut suffire à sauver la récolte. »

Conclusions. — Des données précédentes, certaines correspondent à des résultats déjà connus, d'autres ont un intérêt particulier.

La supériorité considérable du soufre en poudre est depuis longtemps incontestable ; elle ne saurait étonner ; seules les régions froides sont défavorables à ce produit.

L'action insuffisante mais très nette de la bouillie bordelaise mouillante (bouillie au Neckal) est à considérer. A première vue, les composés cupriques ne paraissent pas agir sur les Oïdium, ce qui constitue une différence nette avec les Mildious; cependant, quelques auteurs ont cité des cas où les bouillies cupriques ordinaires avaient montré une action incontestable sur les Oïdium. On pouvait se demander si l'insuffisance de leur activité ne tenait pas à ce que ces bouillies (sans mouillant) mouillent mal le feutrage des champignons. Les résultats indiqués précédemment semblent indiquer que cette hypothèse contient une part de vérité.

L'action des polysulfures (bouillies sulfocalciques et foie de soufre) a été moins grande que celle qui a été constatée à l'égard d'autres Oïdium.

Enfin, le permanganate de potasse (avec adhésif A) a eu une action exceptionnellement faible; c'est un produit qui a un effet certain contre les Oïdium, mais son altérabilité à l'air rend son action irrégulière et capricieuse.

En résumé, d'après les essais, aucun produit ne peut remplacer pratiquement le soufre en poudre. (Pour les essais effectués dans la région de Montpellier, voir les articles du Professeur BRANAS, publiés dans le *Progrès Agricole et Viticole*, 1941.)

Résultats des essais effectués en 1941 sur le traitement de la Carie du Blé.⁽¹⁾

Comme le Mildiou de la Vigne, la Carie du Blé est à la fois une maladie importante par elle-même et aussi un « test » favorable pour étudier l'action anticryptogamique des diverses substances. Mais ici le problème est tout différent; tandis que pour le Mildiou de la Vigne, il s'agit de protéger des organes en végétation placés en plein air et exposés aux intempéries, pour lutter contre la Carie on procède à une désinfection des semences. Ces dernières à l'état de repos, peuvent être soumises facilement à des agents très énergiques et même plongées pendant un certain temps dans des solutions désinfectantes. Il en résulte que tandis que pour le Mildiou peu de produits présentent des qualités nécessaires pour agir contre lui, beaucoup de substances peuvent intervenir contre la Carie.

Les essais de 1941 ne sont du reste que la suite et le complément de ceux qui ont été faits depuis une dizaine d'années; et plusieurs des produits utilisés sont déjà bien connus; aussi les considérations qui suivent seront-elles très brèves.

On sait que l'infection par la Carie peut varier avec l'époque du semis; aussi certains lots traités ont été semés à l'automne, d'autres au printemps. Mais les lots-témoins non traités ayant donné en 1940-1941, des proportions analogues d'épis cariés; les résultats des deux séries de semis paraissent être comparables.

Il a été fait plusieurs semis avec les grains traités avec un même produit; et il y a parfois des différences notables entre les résultats des divers semis; aussi dans les tableaux qui suivent on a indiqué la moyenne pour chaque produit et les résultats extrêmes. Souvent le chiffre le plus élevé ne correspond qu'à un seul semis où l'infection a été exceptionnellement élevée; comme on peut s'en rendre compte dans une certaine mesure en comparant avec la moyenne.

Ces essais représentent des expériences préliminaires destinées à comparer des produits divers à des produits-témoins bien connus; ils sont faits sur une étendue

⁽¹⁾ Essais effectués par M^{lle} GAUDINEAU, chef des travaux, et dont un résumé seul est donné ici.

limitée (environ 1 m²) et les comptages pour chaque lot portent sur 300 à 500 épis; il suffit donc d'un nombre relativement faible d'infections pour amener une modification sensible des résultats, une plante infectée pouvant donner plusieurs épis; une infection de 1 p. 100 peut résulter de la présence d'une seule plante infectée. Ce détail est nécessaire pour apprécier avec exactitude la valeur des chiffres donnés dans les tableaux qui suivent. Tous les produits essayés sauf un ou deux étaient déjà connus comme actifs, ce qui explique l'homogénéité relative des résultats.

Semis de l'automne 1940.

P. ⁽¹⁾ Chlorure cuivreux chimique ⁽²⁾	0 p. 100
P. Poudre cuprique C (à base d'oxyde cuivreux).....	0 p. 100
P. Lait de cuivre K. (employé à sec).....	0 p. 100
P. Oxychlorure de cuivre commercial.....	0,12 p. 100 (0 à 0,3)
P. Sulfate tétrabasique de cuivre.....	0 p. 100
S. ⁽¹⁾ Acide salicylique 2 p. 1.000.....	0,44 p. 100 (0 à 2,4)
S. Produit Zinco-cuprique (à faible teneur de cuivre à 2 p. 100 du mélange).....	4,61 p. 100 (0 à 8,5)
S. Bouillie bordelaise à 2 p. 100.....	1,03 p. 100 (0 à 5,1)
P. Carbonate de Cuivre.....	0,58 p. 100 (0 à 1,3)
P. Chlorure cuivreux (produit commercial).....	0,02 p. 100 (0 à 0,18)
S. Formol à 2,5 p. 1.000.....	0,27 p. 100 (0 à 0,7)
Témoin.....	22,55 p. 100 (18 à 27)

Semis du printemps 1941.

P. Chlorure de cuivre chimique.....	1,40 p. 100 (0 à 4 p. 100)
P. Poudre cuprique C. (à base d'oxyde cuivreux).....	1,79 p. 100 (0,8 à 3,8)
P. «Lait» de cuivre K. (employé à sec).....	3,33 p. 100 (1,8 à 8,7)
P. Oxychlorure de cuivre commercial.....	1,42 p. 100 (0,2 à 2,5)
P. Sulfate tétrabasique de cuivre.....	2,18 p. 100 (0,6 à 3)
S. Acide salicylique (suspension à 2 p. 1.000).....	0,23 p. 100 (0 à 0,5)
S. Produit Zinco-cuprique B (à 2 p. 100 du mélange).....	7,05 p. 100 (2,1 à 12,11)
S. Bouillie bordelaise à 2 p. 100 de sulfate de cuivre.....	0,21 p. 100 (0 à 0,3)
P. Carbonate de cuivre.....	0,50 p. 100 (0 à 0,9)
P. Produit commercial à base de chlorure cuprique.....	8,46 p. 100 (3,5 à 17,0)
S. Formol à 2,5 p. 1.000.....	0,40 p. 100 (0 à 1,2)
P. Produit organo mercurique C.....	0,66 p. 100 (0 à 3,6)
S. Bouillie cuprique (à 1 p. 100 de Sulfate de cuivre) au Phosphate trisodique.....	0,60 p. 100 (0 à 1,5)
Témoin.....	18,90 p. 100 (7,4 à 28)

⁽¹⁾ P. = Produit utilisé en poudrage (à 2 gr. par kilogr. de blé).

S. = Produit utilisé en solution ou en suspension dans l'eau par trempage des grains.

Le chiffre p. 100 indique la proportion d'épis cariés à la récolte par rapport à la quantité totale d'épis. Le blé préalablement infecté par mélange d'environ 0,4 gr. de poudre de carie par kilogr. de blé; ce qui constitue une dose assez forte de spores mais non excessive.

⁽²⁾ Ce produit paraît se modifier progressivement à l'air et il contient probablement en partie du chlorure cuivreux.

Conclusions.

Les traitements ont été plus efficaces en général pour les semis d'automne que pour ceux de printemps.

Les résultats obtenus avec les produits cupriques tels que le chlorure cuivreux, la Bouillie bordelaise, le Carbonate de Cuivre, correspondent à peu près aux actions déjà observées les années précédentes, il en est de même du Formol.

Parmi les produits nouveaux nouvellement introduits dans la série des essais, le produit organo-mercurique C en poudrage, a donné d'excellents résultats comparables à ceux du chlorure cuivreux, mais ce dernier est certainement moins cher.

La Poudre cuprique C a eu un effet très net, quoique un peu variable de même l'acide salicylique en suspension à 2 p. 1.000, cependant ces produits ont donné de bons résultats et sont pratiquement utilisables, surtout l'acide salicylique. Seul le Produit Zinco-cuprique est nettement insuffisant et est à éliminer; il contient du reste une trop faible proportion de cuivre.

L'ANTHRACNOSE DES AGAVES

par J. BARTHELET,

Directeur de la Station de Pathologie végétale d'Antibes.

Les Agaves sur la Côte d'Azur sont attaqués par divers champignons. Le plus important est le *Colletotrichum Agaves* CAVARA qui produit sur les feuilles une maladie du type Anthracnose. Nous avons pu l'observer et l'étudier pendant l'hiver 1940-1941 sur les Agaves du Centre de Recherches agronomiques de Provence, Villa Thuret.

Historique.

Ce champignon a été décrit en 1892 par CAVARA sur des Agaves du Jardin Botanique de Pavie. Sa présence sur la Côte d'Azur a été signalée en 1921 par M. le Professeur A. CHEVALIER qui a pu, en particulier, le faire identifier avec certitude par PATOILLARD sur des échantillons provenant des environs de Marseille. Nous avons nous-mêmes constaté sa présence sur un très grand nombre d'*Agave americana*, cultivées sur la Côte d'Azur, entre Saint-Raphaël et Menton et dans l'arrière pays, dans la région de Vence, Grasse, Fayence, c'est-à-dire dans toute une zone où cette espèce végète facilement en plein air et s'étend sur terres voisines par développement de plantules.

Description de la maladie.

La maladie se présente au début, sous forme de taches légèrement déprimées de couleur brun clair, mesurant un à deux centimètres de diamètre. Ces taches sont peu visibles sur les Agaves à feuilles de teinte sombre comme l'*Agave rigida*, mais très distinctes sur les plages jaunes des formes *variegata* d'*Agave americana*.

Ces lésions restent parfois isolées, mais dans le cas d'attaques graves (Pl. I) elles deviennent confluentes et forment de grandes zones occupant toute la largeur de la feuille.

Taches ou zones sont entourées d'une auréole vert clair bien visible sur les photographies. Plus tard, les parties attaquées, par dessiccation des tissus sous-jacents, deviennent fortement déprimées et de couleur très noire. Une zone importante de tissus, autour des taches, brunit sous l'action du parasite, action à distance semble-t-il car on n'y retrouve pas le mycélium du champignon; celle-ci prend un aspect crépélé dû au plissement de la feuille suivant des lignes longitudinales.

Ultérieurement, le centre des taches prend une couleur blanchâtre due au soulèvement de l'épiderme et de petites protubérances apparaissent en relief, elles sont formées par l'épiderme sous la poussée de stromas mycéliens (Pl. I, A et B). Ces protubérances sont disposées en cercles assez réguliers, concentriques et apparaissent sur les deux faces de la feuille, bien qu'un peu moins nombreuses, semble-t-il, sur la face inférieure (ou externe). Par éclatement de ces boursouflures, se montrent les stromas conidifères de couleur beige rosé. Ils sont constitués par un amas très dense de mycélium de 1 à 2 millimètres de large et 1 millimètre de hauteur.

Les feuilles les plus attaquées sont celles de la périphérie, les plus anciennes formant parfois une couronne de feuilles desséchées sur le sol, à la base de la plante. Les taches d'Anthracnose sont surtout plus nombreuses vers la moitié supérieure de la feuille ainsi que l'ont signalé la plupart des auteurs qui ont étudié le parasite. Cependant, sur les *Agave rigida* du Centre de Recherches agronomiques de Provence, les taches étaient surtout nombreuses vers le milieu et parfois la moitié inférieure des feuilles.

L'Anthracnose diminue la valeur ornementale des plantes et peut détruire complètement les jeunes rejets qui se développent à leur base. Son action est surtout grave au point de vue économique dans les pays où diverses espèces sont cultivées ou utilisées comme plantes à fibre. Les zones desséchées par le parasite sont inutilisables pour l'extraction de la fibre, celle-ci devenant cassante et ne se séparant pas des tissus qui les enrobent. M. le Professeur CHEVALIER a, en 1921 attiré l'attention sur le dégât que pourrait produire ce champignon dans les nouvelles plantations de nos colonies, tant en Indochine qu'au Sénégal. Ces remarques ont été ultérieurement confirmées par divers auteurs étrangers. L'Agave à Sisal (*Agave rigida* MILLER) semble être particulièrement sensible à cette maladie qui attaque ainsi les autres Agaves textiles : le faux Aloès de l'Inde (*A. Cantula* Roxb.) et le Zapupe (*A. Zapupe*)⁽¹⁾.

Répartition géographique.

Bien que décrit en Italie (Cavara 1892) le *Colletotrichum Agaves* provient certainement de l'Amérique centrale et du Mexique, pays d'origine des Agaves.

On l'a ensuite signalé dans diverses régions où sont cultivées ces plantes, soit au point de vue ornemental ou botanique, soit comme plantes à fibres.

Elle existe dans le Sud des États-Unis (HEDGCOCK 1905) dans les Indes anglaises (SCHAW 1913, BUTLER 1918), au Kenya (DOWSON 1921, MACDONALD 1928-1929), aux Philippines (LEE 1922), à la Jamaïque (HANSFORD 1929), à Porto-Rico (TUCKER 1927), au Tanganyika (WALLACE 1929), à Sumatra (BOEDIJN 1929), dans l'Est africain (MORSTATT 1912 et 1930).

⁽¹⁾ Sous ce nom de Zapupe ont été groupées diverses espèces analysées par W. TRELEASE (Trans. Acad. Sc. St-Louis 1909) qui y comprend les *A. Zapupe* TREL. — *A. Lespinassei* TREL. — *A. Endlichiana* TREL. — *A. aboriginum* TREL. — *A. Derveyana* TREL.

Réceptivité.

HEDGCOCK, dans les collections du Missouri Botanical Garden signale le parasite sur *Agave americana* L. — *A. atrovirens* KARW. — *A. horrida* LEMAIRE. — *A. marmorata* ROEHL. — *A. potatorum* ZUCCAR. — *A. utahensis* ENGELM.

M. DE LA CHESNAIE (in CHEVALIER 1921) constate la maladie sur *A. americana* L. — *A. Salmiana* OTTO et leurs formes *variegata*.

LEE aux Philippines le signale sur *A. rigida*. — *A. Cantula* et *A. Zapupe*.

Dans les collections du Centre de Recherches agronomiques de Provence, nous l'avons observé, au début de 1941, sur : *Agave americana* L. — *A. Salmiana* OTTO. — *A. tequilana* WEBER. — *A. ingens*. BERGER. — *A. rigida* MILLER. — *A. vivipara* L. — *A. Pringlei* INGELM. — *A. rigidissima* JACOBI. — *A. univittata* HAW. Les espèces les plus attaquées étaient *A. rigida* et *A. tequilana* ⁽¹⁾.

Influence des conditions de milieu.

Certains auteurs (SCHAW, 1913 ; MORSTATT, 1930) considèrent que la pénétration du parasite s'effectue par des blessures à la suite de sécheresse prolongée. MACDONALD au Kenya considère de même que la sécheresse est à la base des attaques du parasite et n'a pu réussir d'inoculations qu'en mettant les feuilles au contact du sol par des journées très chaudes ; les feuilles placées horizontalement, à quelque distance du sol, et celles qui étaient verticales n'étant pas attaquées par le champignon. Il est vraisemblable que le facteur température ne joue là qu'un rôle secondaire et que les attaques sont déterminées par l'humidité et les condensations certainement plus élevées la nuit, au contact du sol. HEDGCOCK attribue aussi à l'humidité le rôle essentiel dans la marche de l'invasion. Dans les altérations que nous avons pu observer, en particulier sur *Agave rigida*, il n'y a certainement à incriminer ni les blessures, ni la température trop élevée.

Le parasite apparaît à la fin de l'automne, début hiver, vers décembre-janvier et les taches sont réparties sur les feuilles horizontales aussi bien que sur les feuilles obliques de cette espèce.

L'hypothèse de la température excessive, valable pour des régions subtropicales, ne l'est pas pour la Côte d'Azur. Nous avons pu constater le développement particulièrement abondant du champignon dans un tas de feuilles d'*Agave americana* coupées et entassées horizontalement ; à la base du tas, où se trouvait une atmosphère humide, de nouvelles taches, nombreuses, provenant de contaminations secondaires, se sont formées dans le courant de février-mars sur les feuilles qui sont restées vertes pendant de longs mois.

Le développement très abondant de la maladie au début 1941 doit être attribuée à la grande pluviosité de l'automne et du début de l'hiver.

Étude mycologique.

Les tissus parasités sont envahis par un mycélium intercellulaire, variqueux, mesurant 2 à 3 μ de diamètre. Ce mycélium forme sous l'épiderme des fructifications stromatiques.

⁽¹⁾ Cette plante fournit une eau-de-vie, le *mezcal*, dans la région de Tequila, au Mexique.

Les stromas, de couleur assez foncée, mesurant environ 1 millimètre de diamètre sont formés de filaments verticaux anastomosés.

Au sommet de cette masse, se différencient des conidiophores hyalins mesurant $30-40 \times 3-4 \mu$ (Pl. I, fig. C). Au milieu de ces conidiophores sont disposées des soies, filaments acuminés bruns à la base, plus clairs au sommet, mesurant $90-100 \times 5 \mu$ parfois un peu ramifiés à leur base. C'est la présence de ces soies qui caractérise le genre *Colletotrichum* et le différencie du genre *Gloeosporium*.

Les conidiophores portent des conidies subcylindriques, hyalines, mesurant $28-35 \times 6-7 \mu$, biguttulées quand elles sont jeunes (Pl. I, fig. D). Ces dimensions sont un peu plus grandes que celles indiquées par CAVARA⁽¹⁾ et plus faibles que celles qui ont été observées dans l'Inde par BUTLER (13 à 20 μ de long). La couleur beige rosé des spores en masse est due à la présence de ces guttules qui sont des globules oléagineux. Dans les spores âgées, ces globules finissent par remplir toute la cellule. Leur nature est mise facilement en évidence par la coloration spécifique au Sudan III.

Le champignon se cultive assez facilement sur milieu gélosé à la farine d'avoine et donne un mycélium gris foncé comme beaucoup d'espèces de *Colletotrichum* ou de *Gloeosporium*. Les inoculations par piqure sont assez faciles à réaliser. Elles avaient été réussies auparavant par HEDGCOCK et par BUTLER.

Espèces voisines.

Sur Agave on a décrit :

a. Un *Gloeosporium* qui existait dans l'Herbier du Missouri Botanical Garden, sur Agave récolté au Mexique. HEDGCOCK a montré qu'il s'agissait en l'occurrence du *Colletotrichum agaves*.

b. *Colletotrichum catenulatum* F. L. STEVENS, récolté sur *Agave angustifolia marginata* dans la Guinée anglaise. Cette espèce se différencie nettement du *Colletotrichum Agaves* par de nombreux caractères, en particulier par des spores plus petites, $10-16 \times 3-4 \mu$, souvent en chaîne et de couleur subhyaline à olivâtre. Les stromas forment des taches de couleur brun foncé tandis qu'ils sont de teinte claire chez le *Colletotrichum Agaves*.

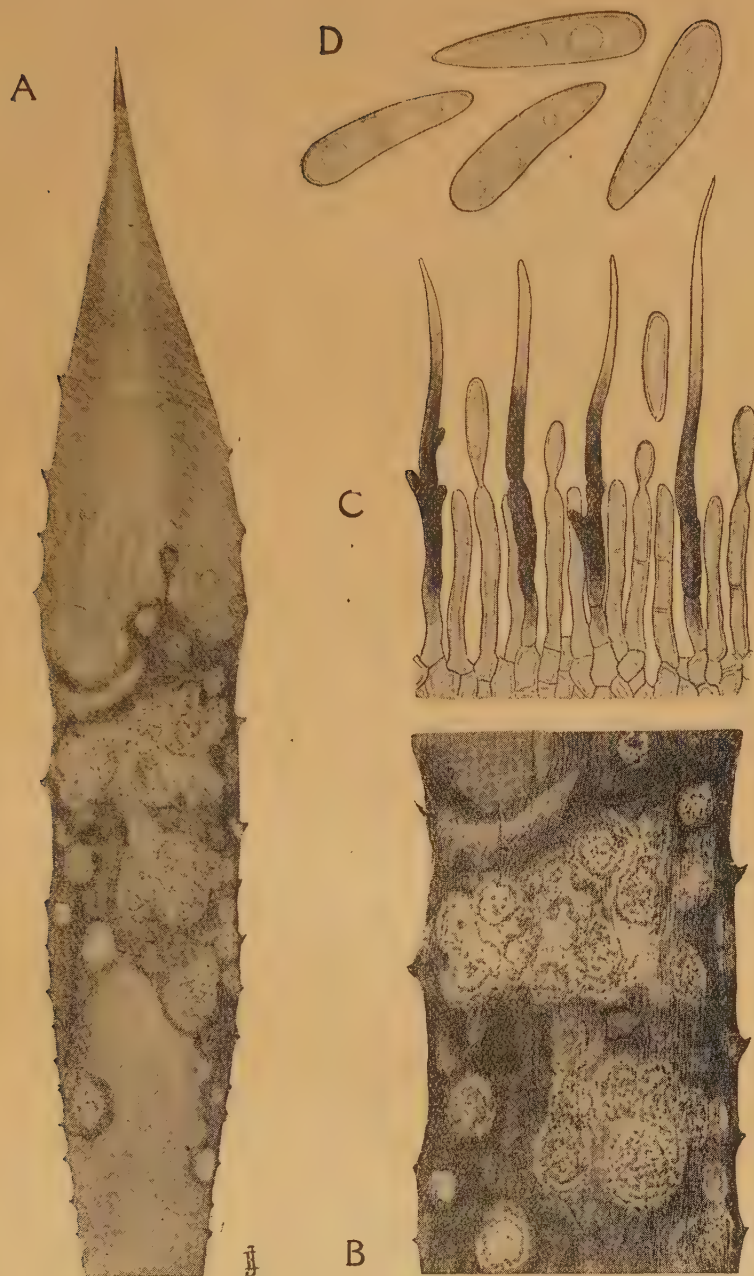
Autres parasites de l'agave.

Plusieurs autres champignons ont été signalés sur Agave et produisent des symptômes du type *Anthraxnose* qui peuvent être confondus avec ceux du *Colletotrichum Agaves*.

1. *Nectriella miltina* (MONT.) SACC. — Cette espèce envahit surtout les feuilles après piqure par les épines des feuilles voisines. Elle produit de larges plages nécrosées, de couleur claire.

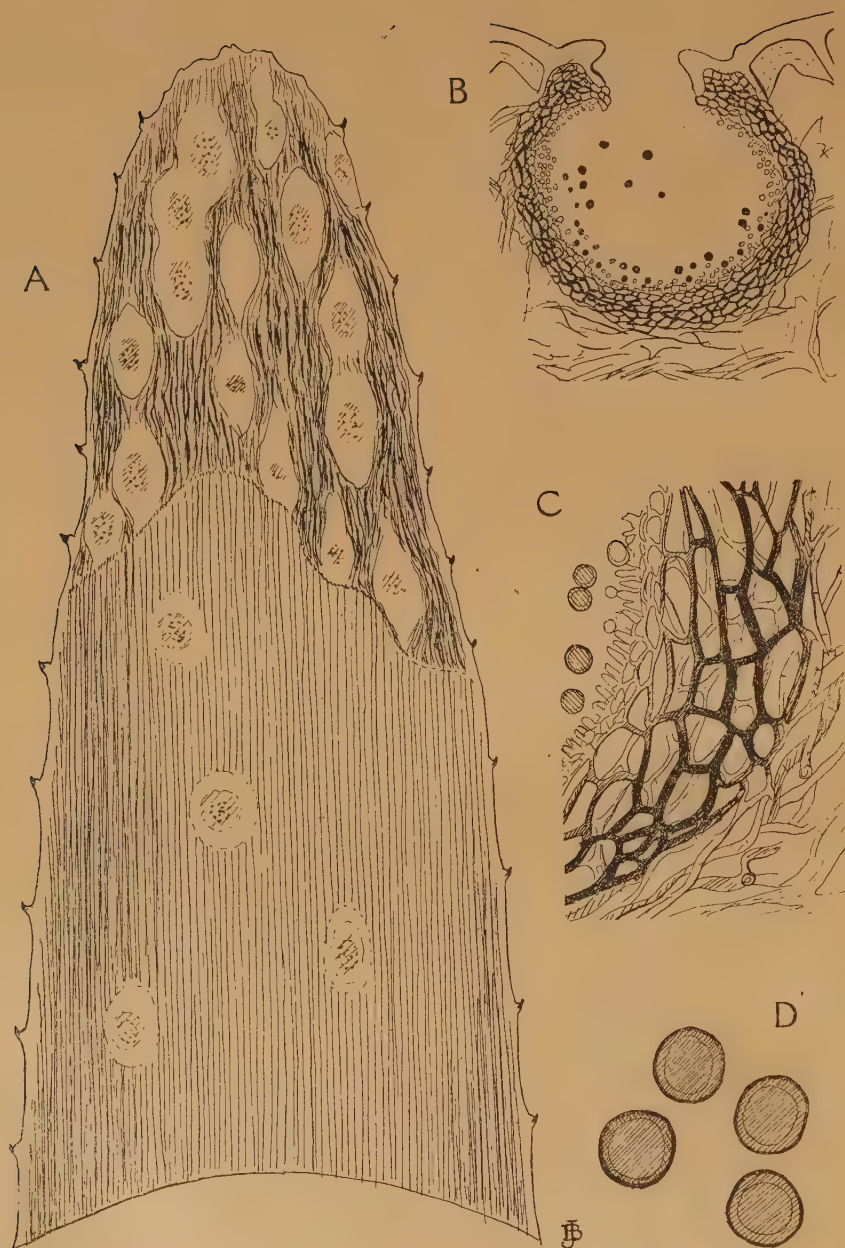
Les fructifications se présentent dans les fentes de l'épiderme sous forme de périthèces groupés, de couleur rouge terne, contenant des petites ascospores ovoïdes cylindriques.

⁽¹⁾ In SACCARDO, *Syll. Fungi* IX, p. 570. — *Colletotrichum Agaves* Cav. Maculae; pallida eacervuli conici-epidermide atrata tecti; setae paucae 90-100 $\times$ 5-6, fusco ochraceae, 2-3 septatae; conidia 22-26 $\times$ 4-5, recta, hyalina; basidia subramosa, infra fusca.



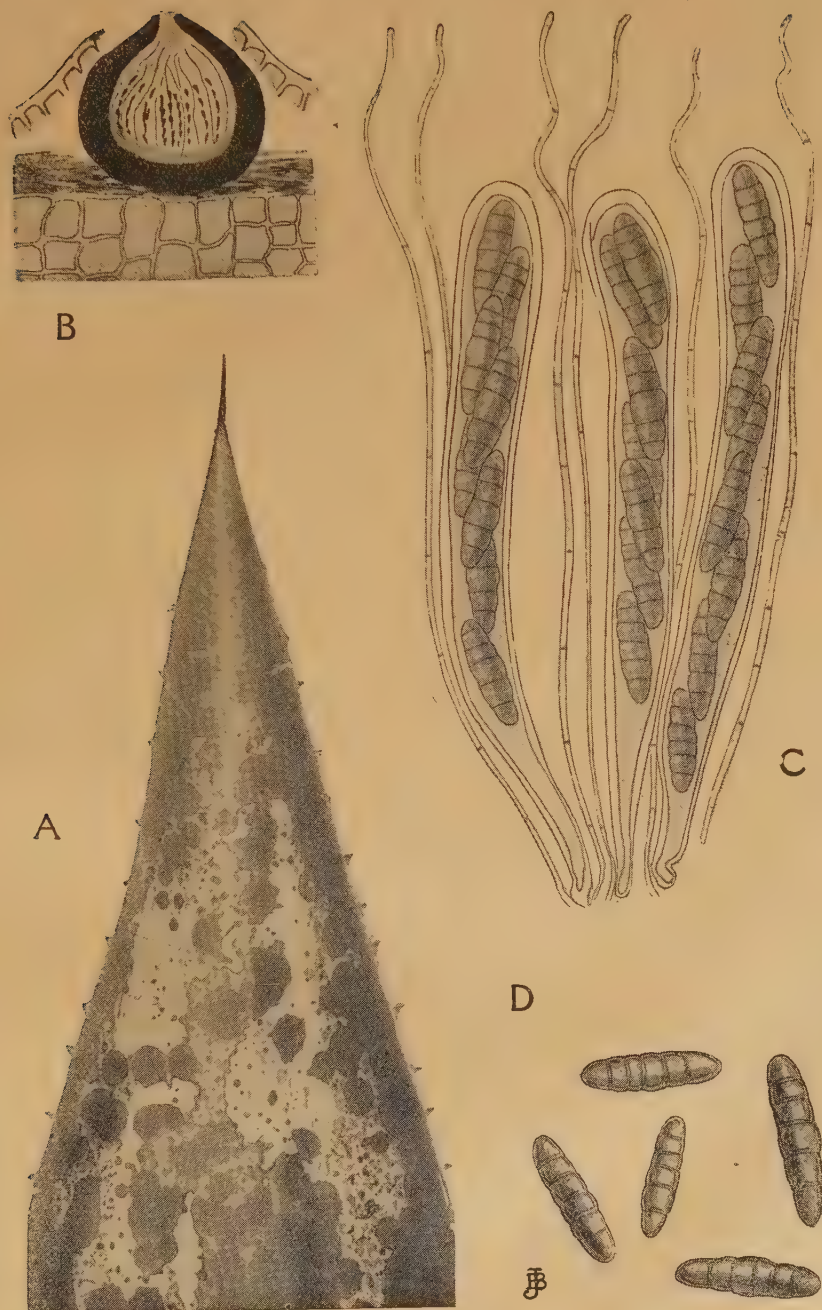
Pl. I. — *Colletotrichum Agaves* CAV.

- A. Feuille d'*Agave rigida* parasitée (2/5 Gn.).
 B. Stromas sporifères (3/5 Gn.).
 C. Coupe d'un stroma ($\times 600$).
 D. Spores ($\times 800$).



Pl. II. — *Coniothyrium concentricum* DESM. var. *Agaves* SACC.

- A. Feuille d'*Agave americana* parasitée (1/2 Gn.).
 B. Coupe d'une pycnide logée dans une chambre sous-stomatique ($\times 150$).
 C. Paroi de pycnide avec stérigmates et spores ($\times 800$).
 D. Spores ($\times 1800$).



Pl. III. — *Leptosphaeria obtusispora* Speg. f. *Agaves nob.*

A. Feuille d'*Agave ferox* envahie par le parasite ($1/4$ Gn.).

B. Coupe d'une périthèce ($\times 80$).

C. Asques et paraphyses ($\times 600$).

D. Spores ($\times 800$).

Le *Nectriella miltina* a été étudié dans la région de Montpellier en France en 1905 (ARNAUD 1918). Il existe toujours dans cette Station et a été récemment retrouvé par KUNHOLTZ-LORDAT (communication orale).

2. *Coniothyrium concentricum* DESM. Var. *Agaves* SACC. — Ce champignon a été signalé en France par NICOLAS et AGGERY (1928). Nous avons pu l'étudier sur des échantillons adressés d'Hyères à la Station centrale de Pathologie végétale en avril 1934 (Pl. 11).

Le champignon attaque souvent les extrémités de feuilles et y forme des taches circulaires souvent confluentes rappelant beaucoup le *Colletotrichum*. Seul, l'aspect des fructifications permet de les différencier. Dans le *Coniothyrium*, elles sont très petites, peu saillantes à travers l'épiderme. Ce sont d'ailleurs des pycnides souvent logées dans les chambres sous-stomatiques contenant des petites spores subsphériques, brunes, de $6 \times 5 \mu$.

3. *Leptosphaeria obtusispora* SPEG. f. *Agaves* NOB. Nous avons observé un champignon du genre *Leptosphaeria* sur *Agave ferox* K. KOCH et sur *Agave striata* ZUC.

Sur *Agave ferox* (Pl. III A) les feuilles, présentent de larges plages vert-jaune à contours irrégulièrement arrondis et rappelant une mosaïque. Au milieu de ces plages, on voit des zones de couleur blanche. La couleur est due à un décollement de l'épiderme et à la désagrégation des tissus sous-jacents. Ces zones sont remplies de périthèces extrêmement nombreux qui appartiennent au genre *Leptosphaeria*.

Sur *Agave striata*, espèce à feuilles presque linéaires, la moitié supérieure des feuilles était desséchée et portait les fructifications du champignon.

Ce *Leptosphaeria* a des périthèces globuleux généralement isolés, parfois coalescents et mesurant en moyenne 250 à 300μ de diamètre (Pl. III B).

Les asques mesurent $105-110 \times 11-13 \mu$ et sont entremêlés de nombreuses paraphyses filiformes (Pl. III C).

Les ascospores, au nombre de 8, de couleur brun jaunâtre, ont cinq cloisons et mesurent $24-26 \times 6-7 \mu$. Une des cellules médianes, la quatrième en partant du sommet de la spore, est nettement renflée (Pl. III D).

MCDONALD (1925) signale, sur *Agave*, au Kenya, un *Leptosphaeria* sans donner de précisions sur ses caractéristiques. Il n'est pas impossible qu'il s'agisse là d'une espèce analogue.

L'espèce que nous avons étudiée, rappelle beaucoup, par sa forme et ses mensurations, le *Leptosphaeria obtusispora* décrit par SPAGAZZINI en Argentine, sur *Yucca gloriosa* et sur *Fourcroya*.

Etant donné la parenté systématique de ces genres avec les *Agaves*, nous pensons qu'on pourrait rapprocher de cette espèce le champignon que nous avons observé; il ne s'en différencie que par des asques et des spores un peu plus grandes : $105 \times 12 \mu$ au lieu de $95 \times 9 \mu$ pour les asques et $25-6$ au lieu de $20-5 \mu$ pour les spores.

Nous proposons donc d'en faire une forme rattachée à cette espèce sous le nom de *Leptosphaeria obtusispora* SPEG. f. *Agaves* NOB.

4. *Autres espèces.* — Sur diverses sortes d'*Agaves*, nous avons rencontré :

- *Sphaeropsis* sp. sur *Agave polyacantha* HAWTH.;
- *Phomopsis* sp. sur *Agave coccinea* ROEHL.;
- *Stagonospora macrospora* DUR. et MONT. sur *A. Americana*.
- *Pleospora* sp.

Traitements des anthracnoses de l'agave.

Il est évidemment impossible de prévoir l'application de substances anticryptogamiques sur les cultures de Sisal.

Sur les Agaves cultivés comme plante d'ornement, ou en collection botanique, on peut effectuer, dans certains cas, une application de bouillies cupriques qui s'est montrée efficace (HEDGCOCK 1905).

Une opération à recommander est l'enlèvement, et la destruction des feuilles malades par le feu, ce qui est toujours possible au moment de la récolte des feuilles. Cette opération est imparfaite car il reste toujours des fructifications du parasite sur la base qui reste attenante à la souche. Elle diminue cependant considérablement la quantité de germes dans la plantation et, par conséquent, la gravité des attaques ultérieures.

BIBLIOGRAPHIE.

A. *Colletotrichum Agaves* Cav.

- CAVARA (F.). — Fungi Longobardiae exsiccati-Pugillus 11, n° 100, Pavie 1892.
- HEDGCOCK (G. G.). — A disease of cultivated Agaves due to *Colletotrichum*. (*Missouri, Bot. Gard.* (16th Rep., p. 153-156, 3 pl., 1905.)
- SCHAW (F. J. F.). — Anthracnose of Sisal Hemp. (*The Agric. J. of India*, VIII, I, p. 65-68, Calcutta, 1913.)
- BUTLER (E. J.). — Fungi and disease in plants, p. 374-376, Calcutta, 1918.
- CHEVALIER (A.). — Sur une maladie des Agaves. — (*Revue de Bot. appliquée*, I, p. 21-23, 1921.)
- DOWSON (W. J.). — Some problems of Economic Biology in East Africa (Kenya colony). (*Ann. of Appl. Biol.*, VIII, 2, p. 83-100, 1921.)
- LEE (H. A.). — Observations on previously unreported or noteworthy plant diseases in the Philippines. (*Philip. Agric. Rev.*, XIV, 4, p. 422-434, 8 pl. 1922.)
- HANSFORD (C. G.). — Report of Microbiologist. (*Ann. Rept. Depart. Agric. Jamaica*, for the year ending 31st december 1922, p. 24-26, 1923.)
- TUCKER (C. M.). — Report of the Plant Pathologist. (*Rept. Porto-Rico Agric. Experim. Stat.*, 1925 24-40, 7 fig., 1927.)
- Twenty-fifth Annual Report of the Bureau of Agriculture Philippines Islands for the fiscal year ending december 31, 1925, 123 p., 31 pl., 13 Graps, 1926.
- MCDONALD (J.). — Annual Report of the Mycologist for 1927. (*Ann. Rept. Depart. of Agric. Kenya for the year ended 31st december 1927*, p. 225-230, 1928.)
- MCDONALD (J.). — Annual Report of the Mycologist for 1928. (*Ann. Rept. Depart. for Agric. Kenya for the year ending 31st december 1928*, p. 187-197, 1 fig., 1929.)
- WALLACE (G. B.). — Diseases of Plants. (*Rept. Depart. Agric. Tanganyika Territory for the year ending 31st march 1928*, p. 40-42, 1929.)
- BOEDIJN (K. B.). — Beitrag zur Kenntnis der Pilzflora von Sumatra. (*Recueil Trav. Bot. néerlandais*, XXVI, 2, 3, 4, p. 396-439, 17 fig., 1929.)

- MORSTATT (H.). — Blattkrankheiten der Sisalagave. — (*Der Tropenpflanzer*, XXXIII, 8, p. 307-312, 1930.)
- STEVENS (F. L.). — Parasitic fungi of British Guiana Trinidad and Costa Rica. (*Ann. Mycol.*, XXVIII, 5-6, p. 364-371, 1 fig., 1930.)

B. *Coniothyrium concentricum* DESM. f. *Agaves* SACC.

- NICOLAS et AGGERT. — Observations sur deux champignons de l'Agave americana L. (*Bul. Soc. Mycol France*, 44, p. 215-216, 1928.)

C. *Leptosphaeria obtusispora* SPEG. f. *Agaves* nob.

- MCDONALD (J.). — Report of the Mycologist for the period April 1st. to december 31st 1921. (*Ann. Report Kenya Dept. of Agric. for the nine months ending 31st. december 1921*, p. 123-126, 1925.)

LA LUTTE CONTRE LA COCHYLIS

ET L'EUDÉMIS DE LA VIGNE.

par A. PAILLOT,

Directeur de la Station de zoologie agricole du Sud-Est.

SOMMAIRE.

	Pages.
INTRODUCTION	122
I. GÉNÉRALITÉS SUR LA BIOLOGIE DE LA COCHYLIS ET DE L'EUDÉMIS.	
Plantes susceptibles d'héberger la Cochylis et l'Eudémis.....	125
II. ÉTUDES ÉCOLOGIQUES SUR LA COCHYLIS ET L'EUDÉMIS.	
1° Étude sur les principaux facteurs météorologiques jouant un rôle dans les variations du cycle biologique.....	125
2° Action de la température sur la Cochylis et l'Eudémis.....	127
3° Influence de l'humidité.....	128
4° Influence des facteurs climatologiques et météorologiques sur le cycle évolutif de la Cochylis et de l'Eudémis.....	129
III. CAUSES NATURELLES DE DESTRUCTION DE LA COCHYLIS ET DE L'EUDÉMIS.	
1° Rôle des facteurs météorologiques	132
2° Rôle des auxiliaires	132
A. Les Insectes prédateurs.....	132
B. Les Insectes parasites.....	132
C. Les auxiliaires microbiens.....	133
D. Importance relative des différents auxiliaires	138
IV. LES TRAITEMENTS CONTRE LA COCHYLIS ET L'EUDÉMIS.	
1° Généralités sur les principales méthodes de traitement	142
A. Méthodes mécaniques et physiques	142
B. Méthodes biologiques.....	144
C. Méthodes chimiques	145
2° Étude de l'action insecticide comparée des produits utilisés dans la lutte contre la Cochylis et l'Eudémis.....	146
ANNALES DES ÉPIPHYTIES.	5

3° Expériences faites dans les autres Stations de recherches ou d'avertissements.....	151
4° Application en grand des procédés de lutte contre la Cochylys et l'Eudémis.....	152
V. ORGANISATION EN FRANCE DE LA LUTTE CONTRE LA COCHYLIS ET L'EUDÉMIIS.	
A. Organisation actuelle.....	153
B. Organisation proposée	155
VI. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.	

Introduction.

Après les dégâts très importants causés en 1910 par la Cochylys et l'Eudémis de la vigne, le Ministère de l'Agriculture confia à M. P. MARCHAL, alors Directeur de la Station entomologique de Paris et Professeur à l'Institut national agronomique, la mission d'organiser de nouvelles recherches sur ces ravageurs. Cinq collaborateurs lui furent adjoints qui furent placés à la tête des Stations entomologiques nouvellement créées dans les principales régions viticoles, c'est-à-dire : dans le Bordelais, le Midi, la Bourgogne, la Champagne et l'Anjou. Je fis partie de cette mission comme Chef de la Station entomologique de Beaune. Les travaux poursuivis par la mission d'étude, pendant l'année 1911, ont fait l'objet d'un important travail publié en 1912 sous les auspices du Ministère de l'Agriculture.

A vingt-huit ans de distance, en 1939, une mission analogue me fut confiée par le Ministère de l'Agriculture qui me chargea d'organiser, de coordonner et de centraliser, pour les diverses régions intéressées, tous travaux et recherches à entreprendre ou à poursuivre.

Le 1^{er} avril, au cours d'une réunion tenue au Centre national de Recherches agronomiques de Versailles sous la présidence de M. l'Inspecteur général REY et à laquelle assistaient M. TROUVELOT, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole, et moi-même, les bases générales de l'œuvre à entreprendre furent discutées et mises au point. Le texte d'une note à adresser à tous les Directeurs de Stations susceptibles de collaborer avec la Station de Saint-Genis-Laval a été rédigé en commun; il fut décidé, d'autre part, qu'une lettre-circulaire serait adressée aux Directeurs de Services agricoles des départements viticoles pour les inviter à envoyer, dans le plus bref délai possible, un rapport sur les dégâts causés en 1938, dans leur département, par la Cochylys et l'Eudémis et, plus spécialement, par les vers de la dernière génération, ainsi que sur les traitements appliqués et les résultats obtenus.

Les recherches ont été poursuivies pendant trois années consécutives et ont abouti à des résultats qui permettent, sinon de résoudre définitivement le problème de la lutte contre la Cochylys et l'Eudémis, tout au moins d'en préciser les données actuelles et de contribuer ainsi à sa solution pratique. Ces recherches ont été malheureusement entravées du fait de la guerre qui ne m'a pas permis de tirer tout le bénéfice de la collaboration apportée par mes collègues des autres stations et qui m'a privé de l'aide de précieux collaborateurs, entre autres, de M. BONNEMAISON, Chef de travaux à la Station de Saint-Genis-Laval, mobilisé depuis le début de la guerre et qui, après avoir fait vaillamment son devoir au front, fut fait prisonnier avec son régiment, le 14^e zouaves, en juin 1940.

Je fus heureusement bien secondé dans mon travail par mon aide technique du Centre national de la Recherche scientifique, M^{me} GRANGER, qui se dévoua sans compter à sa nouvelle tâche, parfois très pénible, et me permit de mener à bonne fin le programme de travail que je m'étais fixé. Je suis heureux de pouvoir lui exprimer ici mes sentiments de profonde gratitude.

I. Généralités sur la biologie de la Cochylis et de l'Eudémis.

Après les recherches de P. MARCHAL et de ses collaborateurs en France, celles de FAES en Suisse, de SCHWANGART et STELLWAAG en Allemagne, la biologie de la Cochylis et de l'Eudémis peut être considérée comme bien connue dans tous ses détails. Nous ne donnerons ici qu'un bref résumé de ses principaux caractères.

Les papillons de Cochylis sont faciles à reconnaître à leurs ailes antérieures jaunes ou jaune clair traversées par une large bande brun-noir ou gris foncé; ceux d'Eudémis ont les ailes antérieures polychromes avec taches et bandes violettes, noires, brunes et jaunes.

Le vol commence après le débourrement de la vigne, lorsque celle-ci a trois ou quatre feuilles, d'après STELLWAAG. L'éclosion a lieu généralement la nuit. La plupart des auteurs ont constaté qu'il existe un parallélisme étroit entre le développement de la vigne et le vol des papillons. Nous reviendrons sur ce point en étudiant l'influence des facteurs météorologiques et climatologiques sur la Cochylis et l'Eudémis.

Au début du vol, les mâles sont plus nombreux que les femelles : celles-ci dominent par contre vers la fin du vol. Les papillons deviennent actifs un peu avant le coucher du soleil; l'activité atteint son maximum d'intensité au moment du crépuscule; elle se poursuit pendant la nuit, mais beaucoup plus faiblement, et cesse peu après l'aube. L'activité nocturne varie d'ailleurs dans de grandes limites suivant la température, la lumière et l'agitation de l'air. Les papillons d'Eudémis recherchent plus volontiers que ceux de Cochylis les lieux protégés contre les vents : on les rencontre nombreux en effet dans les haies qui bordent les vignes et dans les parties du vignoble les plus abritées.

La durée de vie des adultes est relativement courte et ne dépasse guère quinze jours; elle varie d'ailleurs suivant la température et suivant le sexe : d'une manière générale, la longévité des femelles est plus grande que celle des mâles; d'autre part, les femelles fécondées vivent moins longtemps que les femelles vierges. Les adultes de Cochylis meurent généralement plus vite que ceux d'Eudémis et sont beaucoup moins résistants que ces derniers au manque d'eau. Ils sont particulièrement attirés par les lieux humides alors que ceux d'Eudémis, au contraire, préfèrent les endroits secs; de nombreuses observations ont été faites à ce sujet, surtout au cours des années chaudes et sèches; nous mentionnerons les plus importantes en étudiant l'influence des facteurs météorologiques et climatologiques sur le cycle évolutif de la Cochylis et de l'Eudémis.

Les papillons sont sensibles à la lumière artificielle qui les attire d'autant plus vivement que la source lumineuse est plus puissante. Ils sont attirés aussi par certaines odeurs, en particulier par celles qui émanent des liquides sucrés en fermentation. Les mâles sont particulièrement sensibles à l'odeur dégagée par les femelles vierges et sont attirés dans un rayon assez étendu. Un procédé de piégeage basé sur cette propriété a été imaginé récemment par STELLWAAG et a même fait l'objet d'applications pratiques.

L'accouplement a lieu généralement le soir mais ce n'est que deux à trois jours après l'accouplement que la femelle pond ses œufs. Le choix du lieu de ponte paraît déterminé

surtout par l'état de la surface : les surfaces lisses sont choisies de préférence aux surfaces rugueuses ou garnies de poils.

Au printemps, les œufs sont déposés sur les bractées ou les boutons à fleur, sur les pédicelles et même parfois sur les pampres ; en été, presque exclusivement à la surface des grains de raisin. Le nombre total des œufs déposés par une seule femelle de *Cochylis* ou d'*Eudémis* ne semble guère dépasser quatre-vingt ; il varie d'ailleurs suivant l'état hygrométrique et la température ambiante.

La durée d'incubation des œufs varie suivant la température : elle est en général de huit à dix jours pour la première génération et s'abaisse en été à six, cinq et même quatre jours pour la *Cochylis*.

L'éclosion des chenilles de *Cochylis* a lieu généralement le soir ou pendant la nuit ; les chenilles d'*Eudémis* éclosent le plus souvent dans la matinée. Les chenilles néonates attendent souvent un jour avant de pénétrer à l'intérieur des boutons à fleur où des grains de raisin. Le trou de piqûre est toujours plus ou moins éloigné de la coque de l'œuf ; dans les cas d'invasion massive, il n'est pas rare de rencontrer quatre à cinq œufs sur le même grain de raisin ; mais on n'observe cependant qu'une seule piqûre sur le grain. Les chenilles de première génération s'insinuent dans l'espace compris entre trois boutons à fleur voisins et se tissent tout d'abord un fourreau soyeux à larges mailles ; ce n'est qu'après ce premier travail qu'elles entament l'un des grains. La chenille d'*Eudémis* se déplace beaucoup plus que celle de *Cochylis*, le fourreau soyeux à l'intérieur duquel elle se tient, a un développement beaucoup plus considérable que celui de cette dernière. Les chenilles de deuxième génération se déplacent relativement peu surtout lorsque le temps est chaud et sec. Les dégâts peuvent même passer inaperçus si le nombre des chenilles ne dépasse pas deux à trois par grappe ; mais lorsque le temps est humide, les grains piqués pourrissent très vite et la pourriture se propage rapidement aux grains voisins. En 1939 par exemple, pour une invasion de *Cochylis* et d'*Eudémis* relativement peu importante (un ver par grappe en moyenne) la perte de récolte résultant des piqûres de chenilles et de la pourriture qui en fut la conséquence a été importante dans mon champ d'expérience de Saint-Genis-Laval alors qu'en 1940, pour une invasion de *Cochylis* beaucoup plus considérable (la moyenne des chenilles s'élevait à trois par grappe) les dommages causés furent moins graves.

Parvenues au terme de leur vie larvaire, les chenilles quittent les grappes pour se chrysalider à l'intérieur d'un cocon soyeux. Celles de première génération se transforment rapidement en chrysalides. Le lieu de chrysalidation varie suivant la nature du cep, la conduite de la vigne, le mode de culture, la température et l'humidité, le climat. Les cocons de *Cochylis* et d'*Eudémis* se distinguent assez facilement les uns des autres par leur aspect extérieur : ceux de *Cochylis* sont généralement de la teinte des écorces alors que les cocons d'*Eudémis* ont un aspect blanc-soyeux beaucoup plus prononcé. On peut les rencontrer dans les grappes mêmes où ont vécu les chenilles, dans les replis de feuilles sèches, sous les liens de pailles qui attachent les sarments à l'échalas, sous les écorces et même sous les mottes de terre. La chrysalidation des chenilles de *Cochylis* de deuxième génération a lieu assez longtemps après que celles-ci ont quitté les grappes et tissé leur cocon : en 1911, j'ai pu constater en Bourgogne que les chenilles qui avaient quitté les grappes dans les premiers jours de septembre et avaient tissé peu après leur cocon sous les vieilles écorces des ceps, n'étaient pas encore transformées en chrysalide dans le courant du mois d'octobre. Celles d'*Eudémis* au contraire étaient toutes nymphosées au début de ce mois. En 1940, j'ai pu rencontrer quelques chenilles de *Cochylis* non encore transformées en chrysalides à la date du 27 novembre.

Les cocons d'hivernage de Cochylis et Eudémis se rencontrent sous les vieilles écorces des ceps, dans les anfractuosités du bois, parfois aussi dans les fentes des échelas ou des piquets en bois qui soutiennent les fils de fer; sur l'un de ces derniers, au sommet duquel se trouvait un morceau de papier, je n'ai pas trouvé moins de huit chrysalides nichées dans les replis de celui-ci. Cette constatation, rapprochée des observations et expériences faites en Hongrie par JABLONOWSKI, montre que les chenilles de Cochylis et d'Eudémis, comme celles de beaucoup d'autres Lépidoptères, sont attirées par les abris artificiels. En combinant le buttage des ceps et l'emploi d'abris-pièges constitués par du papier gaufré placé à l'intérieur des ceps avant la descente des larves, JABLONOWSKI serait parvenu à détruire toutes les Eudémis. Il ne semble pas cependant que ce procédé de lutte ait fait l'objet d'autres applications en grand.

1° PLANTES AUTRES QUE LA VIGNE SUSCEPTIBLES D'HÉBERGER LA COCHYLIS ET L'EUDÉMIS.

Les chenilles de Cochylis et d'Eudémis peuvent se développer sur d'autres plantes que la vigne : d'après STELLWAAG, les chenilles de Cochylis ont été observées sur trente-deux espèces différentes de plantes appartenant aux familles les plus diverses. PICARD a constaté que l'Eudémis vivait normalement sur le *Daphne gnidium*, plante très répandue dans les régions du Midi; il n'est pas douteux que cette plante joue un rôle important dans la dispersion de l'Eudémis. En Champagne, CHATANAY a rencontré la Cochylis sur le cassis et le groseillier, sur la vigne-vierge, dans les inflorescences de *Gallium mollugo* et de *Silene inflata*. En Bourgogne, j'ai constaté la présence en assez grand nombre des chenilles de Cochylis dans les inflorescences de Cornouiller; je les ai observées également, mais en moins grand nombre, dans les fruits de prunellier (*Prunus spinosa*), sur *Viburnum lantana* et *Ligustrum vulgare*.

Les arbustes de toutes espèces qui peuvent se rencontrer au voisinage des vignes sont particulièrement fréquentés par les papillons de Cochylis et d'Eudémis qui y cherchent vraisemblablement un abri contre les vents. J'ai pu constater que la contamination des ceps placés dans leur voisinage était toujours sensiblement plus grande qu'ailleurs.

II. Études écologiques sur la Cochylis et l'Eudémis.

L'influence des facteurs météorologiques et climatologiques sur le cycle évolutif de la Cochylis et de l'Eudémis a déjà fait l'objet de nombreuses observations aussi bien en France qu'à l'étranger. On a constaté depuis longtemps, en particulier, que la Cochylis et l'Eudémis ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis de certains facteurs extérieurs, notamment de la température et de l'humidité. On sait par exemple que l'atmosphère humide favorise le développement de la Cochylis et contrarie celui de l'Eudémis; que cette dernière préfère les stations bien exposées et les vignes plantées en terrain léger et sec.

C'est pour étudier le rôle de la température, de l'état hygrométrique et des précipitations atmosphériques que des postes d'observation pourvus d'un équipement météorologique sommaire ont été installés en différents points du vignoble. Ces postes ont fonctionné depuis 1939 pendant toute la période de vie active de la Cochylis et de l'Eudémis c'est-à-dire de mai à septembre; chaque équipement comprend : un abri spécial construit à la Station et renfermant un thermomètre à maxima, un thermomètre à minima et un évaporomètre de Piche placés à 20 centimètres du sol, un pluviomètre Association. Des

instructions détaillées ont été remises à chaque chef de poste afin d'unifier les méthodes d'observation aussi bien biologiques que météorologiques. Ces observations étaient envoyées chaque jour à la Station de Saint-Genis-Laval.

Le poste principal, installé dans le jardin de la Station, comprend : un abri anglais de 2 mètres sur sol gazonné à l'intérieur duquel sont placés : un thermomètre à maxima, un thermomètre à minima, un thermomètre fronde, un thermomètre enregistreur, un psychromètre August, un hygromètre enregistreur et un évaporomètre de PICHE. Dans le voisinage immédiat de l'abri ont été placés en outre des thermomètres à 10 et 15 centimètres sur sol herbeux. Enfin des thermomètres à maxima et à minima ainsi qu'un évaporomètre ont été installés à l'intérieur même des ceps et sous petit abri à 20 centimètres entre les ceps de manière à pouvoir comparer les divers microclimats dans lesquels évoluent les papillons et les chenilles de *Cochylis* et d'*Eudémis*. Si l'on compare les graphiques des observations relevées au poste anglais et dans les divers autres postes on constate :

1° Que la température moyenne et le degré hygrométrique moyen sont sensiblement plus élevés à l'intérieur du cep que dans l'abri anglais ;

2° Que ces mêmes moyennes ne varient que dans de faibles limites à l'intérieur du poste anglais et sous abri à 20 centimètres sur le sol de la vigne ;

3° Qu'on note toutefois une différence très nette entre les températures maxima et minima des deux postes : les maxima relevés dans la vigne sous abri à 20 centimètres dépassent de deux à trois degrés environ les maxima relevés au poste anglais ; par contre, les minima sont inférieurs de deux à trois degrés aux minima correspondants du poste anglais.

Des constatations intéressantes ont été faites en comparant les relevés de température et d'hygrométrie entre les postes d'observation établis en différents points du vignoble. Ainsi dans les deux postes de Durette et Chénas distants l'un de l'autre de 15 kilomètres environ à vol d'oiseau, les températures moyennes mensuelles suivantes ont été relevées en 1939 :

	POSTE DE CHENAS.			POSTE DE DURETTE.		
	T. MINIMA.	T. MAXIMA.	T. MOYENNE.	T. MINIMA.	T. MAXIMA.	T. MOYENNE.
Mai.....	8,64	19,8	14,22	8,23	20,35	14,30
Juin.....	12,50	27,10	19,80	11,89	29,31	20,60
Juillet.....	12,84	26,26	19,55	10,61	27,45	18,98

Au point de vue hygrométrique, des différences très sensibles ont été également constatées entre les différents postes au cours de la même année. Voici par exemple la moyenne mensuelle des mesures journalières de l'évaporation dans les postes de Saint-Genis-Laval, Charly, Ecully, Chénas et Durette.

	CHARLY.	ECULLY.	CHÉNAS.	DURETTE.	SAINT-GENIS.
	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
Mai.....	3,84	3,10	5,26	3,95	2,89
Juin.....	2,99	2,94	4,36	3,73	3,17
Juillet.....	4,16	3,52	3,58	2,97	3,90
Août.....	2,52	2,21	2,80	2,15	2,46

On voit, d'après ce tableau, que l'évaporation a été sensiblement plus faible à Ecully que dans tous les autres postes ; c'est à Chénas qu'elle a été la plus forte. On peut donc dire, à s'en tenir à ces indications très approximatives, que l'atmosphère a été plus humide à Ecully que partout ailleurs et que Chénas représente le lieu où l'atmosphère a été la plus sèche.

Les hauteurs de pluie enregistrées varient sensiblement suivant les lieux :

	SAINT-GENIS.	ECULLY.	CHÉNAS.	DURETTE.
	millim.	millim.	millim.	millim.
Mai.....	41,60	23,8	48,	45,9
Juin.....	62,10	76,5	116,7	52,2
Juillet.....	76,	99,7	101,5	86,7
Août.....	74,10	84,4	73,70	67,3
TOTAL.....	253,30	284,4	339,90	252,10

Ainsi dans une même région, on constate des variations plus ou moins importantes d'une localité à l'autre dans l'intensité des principaux facteurs atmosphériques ; des différences peuvent être également constatées entre divers points d'une même localité. Ces variations dans l'intensité des facteurs atmosphériques, suivant les localités, les régions et suivant les années, ont leur répercussion sur le cycle évolutif de la Cochylis et de l'Eudémis.

2° ACTION DE LA TEMPÉRATURE SUR LA COCHYLIS ET L'EUDÉMIS.

La Cochylis et l'Eudémis peuvent supporter des écarts de température assez importants à leurs différents stades d'évolution. En hiver, les chrysalides résistent aux plus basses températures qui peuvent être enregistrées dans les vignobles : STELLVAAG, par exemple, a constaté en 1917, dans le Palatinat, que le vol des papillons avait été important au printemps alors que la température était descendue à -23° C. au cours de l'hiver.

L'action de la chaleur sur les chenilles, les œufs et les papillons est bien connue ; les observations faites en 1911 par P. MARCHAL et ses collaborateurs sont, à cet égard, des plus intéressantes : ainsi CHATANAY a constaté en Champagne qu'après une éclosion massive de papillons en juillet, le vol avait cessé brusquement sans qu'on pût observer de ponte ; de même en Bourgogne, j'ai pu constater la disparition presque complète de la Cochylis dans la plupart des vignobles pendant le mois de juillet ; mais il semble bien que la destruction naturelle des papillons de Cochylis soit plutôt la conséquence du manque d'humidité que l'effet de la chaleur ; ainsi dans une vigne de la Côte chalonnaise dont la partie basse est très humide et où la rosée était abondante le matin, les papillons furent très nombreux alors que dans la partie haute de la vigne, les ceps furent à peu près indemnes de parasites. En Anjou, où la température maximum à l'ombre oscillait entre 29 et 38° C. pendant la période de vol, MAISONNEUVE a constaté que beaucoup de papillons de Cochylis mouraient avec les ovaires remplis d'œufs. Les papillons d'Eudémis résistent beaucoup mieux à l'action de la chaleur que ceux de Cochylis.

Sur les chenilles et les chrysalides, l'action de la température est très marquée : ainsi en 1911, dans un vignoble de Saône-et-Loire, j'ai pu constater une mortalité importante des jeunes chenilles de Cochylis sur les grappes à la date du 20 juillet, c'est-à-dire à un

moment où la chaleur était intense et où la sécheresse durait depuis plus de trois semaines; les larves qui éclosaient à cette époque se trouvaient dans les parties basses du vignoble et étaient en retard au moins d'une huitaine de jours sur les autres. Elles se trouvaient donc, à leur naissance, dans des conditions moins avantageuses que celles qui étaient apparues d'une façon précoce et à une période moins chaude; beaucoup périrent ainsi dans cette partie du vignoble sans pouvoir entamer les grains ou en n'y faisant que des piqûres tout à fait superficielles. Dans le Bordelais, FEYTAUD a pu constater, en 1911, après une période assez froide et pluvieuse en juin, suivie de temps anormalement chaud et sec, une mortalité importante parmi les chenilles prêtes à se métamorphoser; les chenilles récoltées dans les vignes vers la fin du mois et placées au laboratoire où la température était plus fraîche qu'en plein champ, se sont chrysalidées normalement.

C'est à l'action de la chaleur également que semble devoir être attribuée la réduction considérable de l'invasion de *Cochylis* constatée en 1941 dans mon champ d'expérience de Saint-Genis-Laval. La deuxième génération avait été abondante en 1940: le nombre moyen des chenilles pouvait être évalué à trois par grappe; les papillons de première génération furent nombreux en 1941 et les chenilles causèrent des dégâts assez importants. Les chenilles examinées jusqu'à la fin du stade larvaire n'ont présenté aucun signe particulier d'anomalie; cependant, le vol des papillons a été très réduit en juillet et les captures dans les pièges alimentaires ont été beaucoup moins nombreuses qu'au printemps. Le nombre des chenilles de deuxième génération a été inférieur à une par grappe contre deux en première génération et trois en deuxième génération de l'année précédente. La réduction considérable de l'invasion de *Cochylis* ne peut être attribuée qu'à une destruction massive des chenilles ou chrysalides sous l'influence de la chaleur qui succéda brusquement à une période anormalement froide et humide. Des constatations analogues avaient été faites en 1912.

D'après STELLWAAG, les chenilles d'Eudémis se défendent assez bien contre la chaleur car, plus agiles que celles de *Cochylis*, elles peuvent changer de lieu plus rapidement que ces dernières et s'abriter de la chaleur dans les endroits plus frais du cep.

L'action de la chaleur sur les œufs de *Cochylis* et d'Eudémis est indéniable: P. MARCHAL et J. FEYTAUD ont pu constater, en 1911, que sur les grappes ensoleillées, la proportion des œufs tués par la chaleur pouvait dépasser 30 p. 100; d'autre part, ils ont constaté que la ponte sur les grappes ensoleillées est beaucoup moins importante que sur les grappes restées à l'ombre.

3° ACTION DE L'HUMIDITÉ.

Les papillons de *Cochylis*, comme P. MARCHAL et ses collaborateurs l'ont montré, sont beaucoup plus hygrophiles que ceux d'Eudémis. C. PICARD a observé que par mistral faible ou fort avec degré hygrométrique très faible, les papillons présentent un minimum d'activité, tandis que par vent marin, avec degré hygrométrique élevé, les papillons sont très excités et pondent même en plein jour.

J'ai constaté moi-même que des papillons placés par temps sec dans un tube ou un bocal bien fermés ne vivent jamais plus de deux jours et souvent, guère plus de vingt-quatre heures. Avec les Eudémis, jamais de tels accidents ne se produisent; les papillons semblent même vivre plus longtemps en atmosphère sèche qu'en milieu humide: l'un d'eux, isolé dans un tube bien bouché, a pu vivre ainsi plus de quinze jours. L'abondance des papillons de *Cochylis* constatée en juillet 1911 dans la partie basse, très humide, de la vigne de la côte chalonnaise, mentionnée précédemment, doit être attribuée surtout

à l'influence de l'humidité. Des constatations analogues ont été faites par PICARD, la même année, dans les Pyrénées-Orientales. Enfin, à la suite de l'enquête faite en 1939 auprès du Directeur des services agricoles, sur les dégâts causés par les vers de la grappe dans les différents vignobles de France, il a été constaté que l'invasion de *Cochylis*, en réduction très sensible dans la plupart des régions, s'était maintenue dans les vignobles les plus humides. Dans l'Allier notamment « ce sont les vignes de plaine, en terrain argilo-calcaire frais et profond, à végétation vigoureuse, gardant une certaine fraîcheur, qui ont été les plus atteintes; quant au vignoble de la vallée du Cher, situé sur des terrains gneissiques, micachisteux et granitiques secs à végétation plus modérée, il a été le moins atteint » (rapport de la Direction des Services agricoles de Moulins).

Dans le Cher, les dégâts ont été d'autant moins sensibles que les terrains où sont plantées les vignes sont plus pauvres en calcaire et plus riches en silice, par conséquent, plus secs.

Dans l'Indre, les vignobles situés à proximité des taillis, ceux plantés en terre argileuse, ont eu le plus à souffrir de la *Cochylis*. De même dans les Deux-Sèvres, les seules vignes qui ont eu à souffrir des attaques de la *Cochylis* sont celles qui sont plantées dans les terres argileuses, caillouteuses, argilo-siliceuses humides.

L'humidité excessive nuit au développement de l'Eudémis : d'après STELLWAAG, les papillons sont détruits en grand nombre au cours des étés froids et pluvieux. En 1938, les Eudémis qui étaient abondantes dans le champ d'expériences de la Station, à Saint-Genis-Laval, comparativement aux *Cochylis*, surtout en première génération, ont presque entièrement disparu en 1939, année froide et humide, alors que l'intensité de l'invasion de *Cochylis* a cru rapidement d'année en année pour atteindre son maximum en 1940. Dans le Beaujolais, la régression de l'invasion d'Eudémis a été également très marquée ainsi qu'on pourra le constater d'après le graphique de la page .

Dans le vignoble rhénan, STELLWAAG a constaté la disparition presque complète de l'Eudémis en 1925 alors que l'intensité de l'invasion de *Cochylis* est allée croissant. Or, l'année 1925 a été caractérisée, dans sa première moitié, par une abondance excessive des nuits fraîches et par une humidité anormale. En 1940 et 1941 il n'y a eu aucune recrudescence de l'invasion d'Eudémis dans le Beaujolais par suite des conditions atmosphériques défavorables. Dans ces vignobles, où dominait l'Eudémis en 1939, c'est à présent la *Cochylis* qui a pris sa place.

4° INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATOLOGIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES SUR LE CYCLE ÉVOLUTIF DE LA COCHYLIS ET DE L'EUDÉMIS.

Les facteurs météorologiques et climatologiques jouent un rôle important dans la détermination du cycle évolutif de la *Cochylis* et de l'Eudémis. La comparaison des courbes de vol et de température est à cet égard des plus intéressantes. Pour les quatre dernières années d'observation (1938 à 1941), les maxima de vol des papillons de *Cochylis* ont été constatés à Saint-Genis-Laval : le 11 mai en 1938, le 3 juin en 1939, le 21 mai en 1940 et le 19 mai en 1941. Si l'on examine les courbes de températures moyennes journalières établies à Saint-Genis-Laval pour ces quatre dernières années, on constate que le mois de mars a été anormalement froid en 1939 (4°23 C. contre 7°17 en 1940, 7°97 en 1941 et 9°86 en 1938); or le vol le plus tardif a été enregistré en 1939 et le plus précoce, en 1938, année où le mois de mars a été le plus chaud. Il semble donc que la température du mois de mars soit celle qui joue le rôle principal dans le déclenchement des processus évolutifs de l'insecte. L'influence de la température du

mois d'avril apparaît beaucoup moins importante : en 1939, en effet, la température moyenne pour le mois d'avril est nettement plus élevée qu'en 1938, en 1940 et 1941 ($11^{\circ}19$ contre $10^{\circ}24$ en 1940, $9^{\circ}04$ en 1941 et seulement $10^{\circ}83$ en 1938); si la température du mois d'avril jouait un rôle déterminant dans l'évolution de la *Cochylis*, c'est en 1939 qu'on aurait dû observer le vol le plus précoce : or, il fut particulièrement tardif cette année là.

L'influence déterminante de la température du mois de mars apparaît moins nettement dans le développement de l'*Eudémis* que dans celui de la *Cochylis* : si en 1939 on observe un décalage important dans l'apparition des papillons de première génération sur l'année précédente, en 1940, par contre, le maximum de vol de l'*Eudémis* a été constaté un peu plus tôt qu'en 1938, bien que la température moyenne du mois de mars eût été moins élevée au cours de cette dernière année que pendant le mois correspondant de 1940. Mais si l'on compare les températures moyennes pendant la période qui précède immédiatement le vol des papillons, c'est-à-dire, pendant la dernière décade du mois d'avril et la première décade du mois de mai, on constate qu'en 1940 la moyenne pour ces périodes est très sensiblement plus élevée qu'en 1938 ($8^{\circ}03$ et $11^{\circ}10$ contre $14^{\circ}19$ et $13^{\circ}56$); le temps chaud qui a régné en 1940 pendant la dernière période de la vie nymphale de l'*Eudémis* a donc hâté sa transformation en insecte parfait. L'influence de la température est beaucoup moins nette sur la nymphe de *Cochylis* que sur celle d'*Eudémis*; cette constatation montre déjà que l'un et l'autre insectes ne réagissent pas de la même manière à l'action du facteur température.

L'influence de la température sur la durée du cycle évolutif de la première génération fait ressortir davantage encore la différence de réaction des deux insectes à la température. L'examen comparatif des courbes de vol de la *Cochylis* et de l'*Eudémis* pendant les années 1938, 1939 et 1940 montre qu'à Durette, par exemple, la période qui sépare les deux maxima de vol de l'*Eudémis* est de 68 jours en 1938, 65 jours en 1939 et 78 jours en 1940. A Saint-Genis-Laval, où le climat diffère peu de celui de Durette et où les éclosions de papillons se sont produites sensiblement vers la même époque, la température moyenne, pour ces différentes périodes, a été respectivement de $17^{\circ}15$ en 1938, $17^{\circ}88$ en 1939 et seulement de $16^{\circ}86$ en 1940. L'accroissement notable de la durée du cycle évolutif de l'*Eudémis* en 1940 (13 jours environ par rapport en 1939) a pour cause une diminution sensible de la température moyenne journalière (1° environ pour la période pendant laquelle a évolué l'*Eudémis*).

Les observations que j'ai faites en Bourgogne en 1911 et 1912 montrent très nettement l'influence de la température sur la durée du stade larvaire de l'*Eudémis* : en 1911, une grande partie des chenilles de deuxième génération se sont chrysalidées vers la mi-août et ont donné une troisième génération assez abondante pour contaminer très fortement les raisins abandonnés sur les ceps à la récolte, pour insuffisance de maturité, ainsi que ceux conservés au fruitier. En 1912 par contre, où la température moyenne de l'été a été beaucoup moins élevée que celle de l'année précédente, la deuxième génération a évolué beaucoup plus lentement, à tel point qu'une proportion assez importante de chenilles n'étaient pas encore parvenues au terme de l'évolution larvaire au moment de la récolte, c'est-à-dire vers le 8 septembre; toutes ces chenilles furent apportées à la cuve avec les raisins. On peut évaluer à quinze jours environ l'accroissement de la durée du stade larvaire occasionné par l'abaissement de la température moyenne. La *Cochylis*, au contraire, s'est montrée beaucoup moins sensible que l'*Eudémis* à cette action de la température et la durée du stade larvaire a été sensiblement la même que l'année précédente.

Le cycle évolutif de la *Cochylis* est ainsi caractérisé par son indépendance relative vis-à-vis des facteurs extérieurs. A Saint-Genis-Laval, par exemple, la période qui sépare les deux maxima de vol des papillons est sensiblement la même en 1939 qu'en 1938 alors que ces deux années différaient essentiellement l'une de l'autre par leurs conditions météorologiques : elle peut être évacuée à 55 jours environ. PICARD a constaté de même, en 1911, que la période comprise entre les deux maxima de vol ne s'écartait guère de ce nombre ; or l'année 1911 fut une année exceptionnellement chaude et sèche. MOREAU et VINET, à Angers, ont noté également des chiffres analogues pour l'année 1939.

La sensibilité présentée par l'Eudémis aux variations de la température ambiante explique les variations importantes constatées dans le vol des papillons suivant les régions et même suivant les expositions dans une même région. Elle explique également les irrégularités du vol constatées depuis longtemps dans tous les vignobles. Comme nous l'avons vu en effet, le milieu dans lequel évolue l'Eudémis est loin d'être homogène et des écarts de température et d'hygrométrie assez importants peuvent être observés d'un point à un autre d'une même vigne ; ces variations ont cependant une influence certaine sur la durée du cycle évolutif de l'Eudémis ; ainsi s'explique que le vol des papillons soit généralement beaucoup moins condensé et se prolonge plus longtemps que celui des papillons de *Cochylis*. L'irrégularité du vol est surtout manifeste en été où il n'est pas rare de constater la présence simultanée, dans une même vigne, de papillons de deuxième et de troisième génération.

Les variations que l'on observe d'un vignoble à l'autre dans le vol des papillons d'Eudémis, ont pour cause essentielle les différences de températures moyennes. En 1939 par exemple, dans les deux postes de Chénas et Durette distants l'un de l'autre de 15 kilomètres environ, on a constaté une différence de près de quinze jours entre les maxima de vol des papillons aussi bien en première qu'en deuxième génération. Or nous avons vu que la température mensuelle enregistrée à Chénas était sensiblement plus élevée qu'à Durette.

Les variations de température entre localités différentes et entre points différents d'une même localité, ont pour conséquence des variations correspondantes dans l'évolution de la vigne. Pour beaucoup d'auteurs, le parallélisme entre le développement de la vigne et de ses hôtes est absolu. D'après STELLWAAG, au cours de cinq années consécutives, le débourrement de la vigne a commencé entre le 10 avril (1905) et le 30 avril (1908). Quelle que soit la date du débourrement, les premiers papillons de *Cochylis* sont apparus lorsque la troisième feuille a atteint environ 3 centimètres de diamètre. Dans les conditions normales, il apparaît environ une feuille tous les quatre jours. Le vol des papillons suit une évolution parallèle. A la sixième feuille, le vol est à peu près terminé. Le parallélisme entre l'évolution de la vigne et celle de ses parasites permet de déterminer avec une précision suffisante, ainsi que nous le verrons plus loin, l'époque des traitements.

III. Causes naturelles de destruction de la *Cochylis* et de l'Eudémis.

Les invasions de *Cochylis* et d'Eudémis subissent, d'une année à l'autre, des fluctuations diverses dont les causes sont multiples : les unes sont d'ordre météorologique les autres, d'ordre biologique.

1° RÔLE DES FACTEURS MÉTÉOROLOGIQUES.

Nous avons déjà attiré l'attention sur l'influence de la chaleur et de la sécheresse et montré que, certaines années, leur action dépasse celle de tous les autres facteurs : c'est ainsi qu'en 1938 et surtout en 1921 et 1911, années anormalement chaudes et sèches, on a pu constater l'anéantissement presque total des invasions de *Cochylis* et d'*Eudémis* sur de très grandes étendues de vigne. Nous avons montré également que l'humidité persistante joue un rôle freinateur très important sur les invasions d'*Eudémis*.

2° RÔLE DES AUXILIAIRES.

Les oiseaux pourraient détruire un assez grand nombre de papillons, malheureusement, ils sont relativement peu nombreux dans les vignes qui n'offrent que peu d'abris et surtout, peu d'emplacements favorables pour la nidification. De grands efforts ont été faits en certains pays, notamment dans le Palatinat et en Hongrie, pour favoriser la multiplication des petits oiseaux. J'ai pu constater moi-même, en 1913, l'efficacité des mesures prises dans le Palatinat sous l'impulsion de Fr. BUHL. J'ai pu constater, en particulier, que par un aménagement spécial des haies de clôture et des petits boqueteaux épars dans le vignoble, une taille appropriée des arbustes, on favorisait d'une manière très appréciable la nidification. En France, quelques timides essais ont été tentés dans cette voie, mais n'ont pas abouti pratiquement à des résultats bien marqués. La question de la protection des petits oiseaux reste cependant à l'ordre du jour et il faut espérer qu'un jour elle sera résolue dans le sens le plus favorable à l'agriculture.

A. LES INSECTES PRÉDATEURS.

Sans être très important, le rôle de ces prédateurs est cependant loin d'être négligeable. Parmi les plus utiles, on peut citer : les Guêpes qui s'attaquent aux insectes parfaits, les Hémérobes, certains Hémiptères carnassiers comme le *Réduviolus* (*Nabis*) *rugulosus* et la Punaise bleue (*Zicrona coerulea*), les larves de *Malachius bipustulatus* qu'on rencontre parfois en grande abondance sous les écorces de vigne en hiver et qui s'attaquent aux chrysalides.

B. LES INSECTES PARASITES.

Nombreuses sont les espèces décrites jusqu'ici comme parasites de la *Cochylis* et de l'*Eudémis*. Beaucoup ont été obtenues par CATONI et SILVESTRI en Italie, SCHWANGART en Allemagne. Dans le traité de STELLWAAG, on trouvera une liste très complète de ces parasites dont le nombre dépasse 90. La presque totalité sont des parasites de chenilles et de chrysalides; deux espèces seulement parasitent les œufs : *Pentarthron minutum* Riley et *Trichogramma evanescens* que STELLWAAG considère comme synonymes de *Pentarthron* (*Oophthora*) *semlidis*, Auriv. observé par P. MARCHAL et J. FEYTAUD en 1911.

Le taux de parasitisme des œufs varie beaucoup d'une vigne à une autre et même, d'un point à un autre d'une même vigne; j'ai pu observer ainsi sur certaines grappes, trois à quatre œufs parasités et même jusqu'à neuf sur une seule grappe; dans l'ensemble, la proportion des œufs parasités ne dépassait guère 6 p. 100.

Le rôle joué par les insectes parasites est loin d'être négligeable; cependant il ne suffit

pas à lui seul à enrayer les invasions de Cochylis et d'Eudémis. Chaque fois que j'ai pu observer une réduction massive de l'invasion, ce n'est pas à l'action parasitaire de ces seuls auxiliaires qu'elle a pu être attribuée, ni à celle des auxiliaires microbiens, mais bien plutôt à celle des agents atmosphériques.

C. LES AUXILIAIRES MICROBIENS.

a. Bactéries.

Le rôle des auxiliaires microbiens, comme facteur d'équilibre naturel, a été souvent exagéré. Beaucoup d'auteurs ont cru et croient encore que la réduction massive des invasions d'insectes est la conséquence d'épidémies meurtrières causées par des champignons, des bactéries ou d'autres microorganismes. C'est à une épidémie à coccobacilles que d'HÉRELLE attribuait la destruction des Criquets au Mexique. Dans une note à l'Académie d'Agriculture, MÉTALNIKOFF écrivait en 1938 : « On a observé maintes fois que les invasions des insectes se terminent souvent, non grâce à nos moyens de défense, mais à la suite d'épidémies terribles provoquées par différents parasites des insectes. »

Depuis plus de vingt-cinq ans, j'étudie les causes naturelles de destruction des insectes nuisibles, en particulier : celles du Hanneton, du Carpocapse, de la Pyrale du maïs, de la Piéride du chou, de la Lyda du pêcher (*Neurotoma nemoralis*), des Vers gris (*Euxoa segetum*), d'*Euproctis chrysorrhæa* et *Porthetria dispar*; je suis en mesure d'affirmer que dans tous les cas étudiés par moi, les bactéries sporogènes et asporogènes n'ont joué aucun rôle actif dans la destruction naturelle de ces insectes. Le rôle des champignons entomophytes et des ultravirus est certainement beaucoup plus important que celui des bactéries.

En ce qui concerne plus spécialement la Cochylis et l'Eudémis, j'avais déjà commencé en 1912 l'étude systématique des parasites microbiens. Des centaines de chenilles de première génération furent examinées, d'abord à la loupe binoculaire : deux seulement présentèrent un facies anormal, mais l'examen histologique et bactériologique ne permit pas d'attribuer la cause de cette anomalie à une maladie parasitaire. L'examen du sang des autres chenilles n'a pas révélé la présence d'un seul parasite microbien. En 1940, des centaines de chenilles de Cochylis furent de nouveau examinées de la même manière et les mêmes résultats négatifs furent enregistrés, de sorte qu'on peut être en mesure d'affirmer que les bactéries ne jouent aucun rôle appréciable dans la destruction naturelle de la Cochylis et de l'Eudémis.

b. Microsporidies.

L'examen des chenilles récoltées dans mon champ d'expériences de Saint-Genis-Laval a permis de mettre en évidence une Microsporidie nouvelle dont les spores se rencontrent en liberté dans le sang et le contenu intestinal et qui infecte la plupart des tissus. Déjà en 1911, P. MARCHAL avait souligné le rôle possible des maladies à Microsporidies dans la destruction naturelle de ces ravageurs et il en avait même constaté les symptômes parmi les chenilles d'Eudémis, mais sans toutefois donner de précisions sur leur nature.

Le cycle évolutif de cette Microsporidie présente quelques particularités assez remarquables : les schyzontes ou schyzoblastes sont représentés par de petits éléments intracellulaires à cytoplasme homogène et assez fortement colorés en bleu par le Giemsa; le noyau se présente généralement sous forme d'une petite masse plus ou moins arrondie qui se colore en général plus intensément à la périphérie que dans la partie centrale. Le noyau se multiplie par division directe dans une seule ou plusieurs directions à la fois; la division cellulaire ne suivant pas toujours la division nucléaire, on peut observer des éléments multinucléés en forme de boudins ou de masse arrondie. Les schyzoblastes à deux noyaux se rencontrent assez souvent; la disposition en grains de café, si fréquente chez les *Perezia* de *Pieris brassicae* et de *Pyrausta nubilalis* ainsi que chez *Thelohania mesnili*, ne peut être que rarement observée.

Les pansporoblastes sont caractérisés par leur cytoplasme peu homogène et faiblement colorable et surtout, par leurs noyaux plus ou moins nombreux qui se présentent généralement sous la forme de petites couronnes. Des couronnes d'aspect semblables ont été observées dans certains stades de schyzogonie de *Perezia mesnili*, *P. pieris*, *Thelohania mesnili* et surtout, dans les sporoblastes de *Perezia pyraustae*.

Au moment de la formation de la spore, les couronnes nucléaires des pansporoblastes s'ouvrent et se déroulent; le noyau affecte alors la forme d'une virgule placée sur l'un des bords de la future spore. Les processus qui se déroulent au cours de la maturation de la spore et qui aboutissent à la formation de la capsule polaire et du filament sporal, n'ont pu être observés. Après coloration par le Giemsa, on met en évidence, dans la partie postérieure de la spore, un noyau unique qui se présente sous l'aspect d'un grain minuscule fortement coloré en pourpre. Chez toutes les Microsporidies que j'ai étudiées jusqu'ici, les spores se sont toujours montrées constituées par deux noyaux. Il n'a pas été possible de mettre en évidence le filament sporal.

Les spores issues d'un même pansporoblaste sont en nombre très variable, contrairement à ce qu'on observe chez les différents genres de Microsporidies : on peut observer ainsi des masses multisporees à quatre, huit, seize, vingt-quatre éléments et plus, et même des spores isolées; les masses octosporees se rencontrent plus souvent que les autres, mais elles ne sont pas suffisamment nombreuses pour qu'on puisse considérer la Microsporidie des *Cochylis* comme une véritable *Thelohania*. La création d'un genre nouveau, caractérisé par la grande variabilité du nombre des spores issues d'un même pansporoblaste, apparaît donc comme justifiée et j'ai proposé de lui donner le nom de *Mesnilia*, en hommage à mon regretté maître MESNIL. L'espèce parasite de la *Cochylis* a été désignée sous le nom de *Mesnilia legeri*. La spore est caractérisée par ses dimensions minuscules ($2\mu \times 1\mu$) et par la présence d'un noyau unique.

Les stades végétatifs et les spores se rencontrent dans la plupart des tissus des chenilles parasitées, mais surtout dans les cellules épithéliales de la paroi de l'intestin moyen dont quelques-unes sont littéralement bourrées de spores, surtout dans la région distale; sous l'effet du parasitisme, des cellules entières et des lambeaux de cytoplasme bourrés de spores tombent dans la lumière; les spores sont mises en liberté par désagrégation des cellules ou des lambeaux cytoplasmiques; on retrouve facilement celles-ci dans les déjections de la chenille. Les autres parties du tube digestif, œsophage et intestin postérieur, sont plus faiblement parasitées que l'intestin moyen. Les spores se rencontrent en assez grande abondance dans les glandes séricigènes et salivaires, les tubes de MALPIGHI, les cellules péricardiales, les œnocytes; on observe en outre quelques amas dans le sarcolème des muscles ou entre les faisceaux musculaires, dans la couche cellulaire sous-cuticulaire ou hypoderme et enfin, dans le tissu adipeux; dans ce dernier

tissu, les spores ne sont jamais nombreuses et il est rare d'en observer plus de quatre ensemble. Les cellules de la capsule génitale (couche épithéliale externe et couche sous-jacente pigmentée) sont très sensibles à l'infection; les parasites se rencontrent même dans les cellules sexuelles qui sont détruites en partie; il se produit ainsi une sorte de castration parasitaire. Seules les cellules nerveuses et sanguines ainsi que les cellules de la région absorbante de l'intestin postérieur, sont réfractaires à l'infection.

La présence des éléments parasitaires ne semble pas déterminer de lésions caractéristiques en dehors d'une vacuolisation du cytoplasme.

La proportion des chenilles parasitées peut être évaluée à 6-7 p. 100 dans la région où ont été faites les observations. Il n'a pas été possible de préciser le rôle joué par le parasite comme facteur naturel de destruction de la Cochylis.

c. Champignons.

Les champignons entomophytes jouent un rôle beaucoup plus important que les autres auxiliaires microbiens dans la destruction naturelle de la Cochylis et de l'Eudémis. Parmi les espèces qui ont été observées jusqu'ici, on peut citer : *Spicaria farinosa* var. *Verticilloides* (Vuill.) Fron, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil., *Verticillium heterocladium* Penz. et *Citromyces glaber* Wehm. En dehors de ces espèces, j'ai pu en isoler une autre bien connue comme parasite d'insectes souterrains, en particulier, des Vers blancs. *Beauveria densa* (Link.) Picard. Enfin j'ai pu constater la présence, sur certaines momies de Cochylis parasitées par *Spicaria farinosa*, d'un champignon parasite : *Melanospora parasitica* Tul. observé pour la première fois en Bourgogne en 1912 et retrouvé en 1940 dans mon champ d'expériences de Saint-Genis-Laval.

SPICARIA FARINOSA var. *VERTICILLOIDES* (Vuill.) Fron.

SAUVAGEAU et PERRAUD furent les premiers, en 1893, à observer des chrysalides de Cochylis momifiées par un champignon que BORDIER identifia avec *Isaria farinosa* Fries. FRON, qui fit une étude approfondie du champignon de la Cochylis et de l'Eudémis, reconnut, d'après le mode de formation des spores, qu'il devait être considéré comme une espèce du genre *Spicaria*. Le mode de formation des spores, leurs dimensions et leur forme semblent assez caractéristiques pour justifier la création d'une variété nouvelle à laquelle FRON a donné le nom de *Verticilloides*. Les phialides qui portent les conidies mesurent 5 à 7 μ et même jusqu'à 16 μ de long et sont disposées en verticilles au nombre de deux à quatre; ces verticilles sont placés sur les parties latérales ou l'extrémité des filaments mycéliens. Les conidies ovoïdes mesurent 3 à 4 μ sur 2 à 2 μ 5 et restent attachées parfois en courts chapelets d'une très grande fragilité.

Les chrysalides momifiées sont dures et constituées par des agglomérats de mycelium ou sclérotés; placées dans un milieu humide, elles se recouvrent d'un feutrage blanc abondant, surtout dans la région thoracique. Ce feutrage, dans le milieu naturel représenté par les écorces de vigne, se développe parfois avec une grande luxuriance lorsque le temps est humide, de sorte qu'il émerge au dehors. Souvent, des filaments mycéliens s'agglutinent les uns aux autres pour former des sortes de cordons qui s'épanouissent au sommet, donnant ainsi naissance à des sortes de réceptacles simulant des organes fructifères différenciés. Ces formes, qu'on observe fréquemment sur les chrysalides hibernantes de Cochylis momifiées, sont dites corémées. On les observe également sur les vieilles cultures du champignon. *Spicaria farinosa* représente la forme imparfaite conidifère d'un champignon supérieur appartenant à la famille des Sphériacées : le

Cordyceps militaris, étudié par TULASNE comme parasite des chenilles de *Macrothylacia rubi*.

VOUKASSOVITCH a montré que la faculté germinative des conidies se conserve d'une année à l'autre en milieu sec; de même, les sclérotés qui remplissent le corps des chrysalides momifiées conservent très longtemps la faculté de former des filaments fructifères : c'est ainsi que des momies trouvées sous les écorces de vigne pendant l'hiver 1921-1922 et gardées au laboratoire en milieu sec, donnèrent en partie naissance à des filaments fructifères en février 1923 après avoir été placés en atmosphère humide.

Sp. farinosa peut être parasité par un autre champignon facile à reconnaître à la couleur noire de ses organes fructifères en forme de bouteille dont la partie ventrue est enfoncée dans le feutrage blanc du *Spicaria* et le col, très allongé et fin, émerge au dehors. J'ai identifié ce champignon à *Melanospora parasitica* décrit par TULASNE en 1857 et observé par lui sur *Isaria crassa* Pers. (*I. farinosa* Fr.) parasite des chenilles de *Bombyx rubi* Lin. «La végétation et la fécondité de ces *Isaria* — dit l'auteur — se maintinrent pendant tout le mois de mai, mais la plupart d'entre eux furent envahis par un parasite singulier que ALBERTINI et SCHWEINITZ semblent avoir déjà observé mais dont ils n'ont pu soupçonner la nature (en 1805). Ce parasite est un Pyrenomycète du genre *Sphaeronema* de M. FRIES. Son mycelium est un byssus cotonneux très feutré, de couleur blanche et qui, après avoir entièrement recouvert et enveloppé les clavules de l'*Isaria*, s'étend sur les corps voisins s'ils renferment assez d'humidité pour entretenir sa végétation. A cet égard, il imite ces *Cepedonium*, *Mycogone* et autres Mucédinées mycophiles qui tirent à la vérité, leur origine d'un chapeau charnu plus ou moins altéré mais qui peuvent aussi se propager hors de lui, sur le sol et les corps environnants comme si elles n'avaient plus besoin que de support. De ce mycélium naît une infinité de périthèces noirs, à col long et droit et qui cachent en partie leur base fertile et renflée dans le byssus qui les porte. Les spores noires, qu'ils vomissent en abondance, restent attachées aux parois externes du tube excréteur, l'encroûtent et finissent par lui donner une apparence claviforme.»

M. parasitica a fait en 1882, l'objet d'une étude importante de la part de O. KILHMAN. Cet auteur a mis en évidence la nature parasitaire du *Melanospora*; examinant sous le microscope, dans une mince couche d'eau, des conidies d'*Isaria* et des spores de *Melanospora* mélangées, il a vu, après germination des unes et des autres, que les filaments issus des spores s'abouchent avec ceux d'*Isaria* et émettent des ramifications septées. Si les spores germent en l'absence d'*Isaria*, le développement cesse très rapidement. *Melanospora* peut se développer, non seulement sur *Sp. farinosa*, mais également sur *Beauveria bassiana*; il ne se développe pas sur *Penicillium glaucum*, *Fusisporium*, *Mucor*, etc.

KILHMAN a longuement décrit la formation des périthèces et des spores : le carpogone, comme dans la plupart des Ascomycètes, et ainsi que BREFELD avait su l'observer chez un certain nombre d'espèces, est formé par un filament axial qui se tord en hélice; des asques se forment à partir de ce filament; l'enveloppe du périthèce est formée par des pousses latérales.

Les spores sont de forme cylindrique et de couleur noire, elles mesurent, suivant les asques, $5-6 \mu \times 2 \mu$ et $4 \mu \text{ à } 5-8 \mu \times 2 \mu \text{ à } 5$. Les membranes sont très épaisses; dans le protoplasme on observe deux ou plusieurs corpuscules réfringents solubles dans l'éther et colorables en noir par l'acide osmique : ils sont donc constitués par de la graisse.

La proportion des momies de *Cochylis hyperparasitées* par *Melanospora* s'est élevée à 12 p. 100 en 1940 dans mon champ d'expériences de Saint-Genis-Laval. Le même champignon a été observé sur une chenille de *Carpocapse* parasitée par *Beauveria bas-*

siana. Expérimentalement, j'ai obtenu le développement du *Melanospora* sur *B. bassiana*, *B. densa* et *Vert. heterocladium* mais non sur *Penicillium* ni sur une espèce de Mucorinée observée sur abeille.

• *BEAUVERIA BASSIANA* (Bals) Vuillemin.

Cette moisissure est un parasite habituel du Ver à soie, mais elle se rencontre également sur beaucoup d'autres insectes. Elle a été isolée une fois seulement, par Fron, d'une *Cochylis* momifiée provenant du Midi. Pendant l'hiver 1940-1941, je l'ai obtenue plusieurs fois de *Cochylis* momifiées récoltées dans mon champ d'expériences de Saint-Genis-Laval; cependant son rôle comme facteur naturel de destruction de la *Cochylis* et de l'Eudémis peut être considéré comme négligeable bien que Fron ait réussi à infecter artificiellement des vers de la grappe en les maintenant dans un milieu humide.

B. bassiana est caractérisé par ses phialides plus ou moins ventrues et ses conidies arrondies mesurant $2\ \mu$ à $3\ \mu$ de diamètre dont la formation sympodique est caractéristique des *Beauveria*. La culture sur pomme de terre et sur milieux sucrés s'élève peu au-dessus du substratum et présente un aspect crayeux et farineux qui permet de distinguer facilement cette espèce des autres *Beauveria* le milieu n'est pas coloré comme c'est le cas par exemple avec *B. effusa* et *B. densa*.

BEAUVERIA Densa (Link) Picard.

GIARD a consacré un important mémoire à cette moisissure qu'il a étudiée comme parasite du Hanneton et de sa larve sous le nom d'*Isaria densa* (Link) Fries. Le champignon se cultive bien sur pomme de terre, gélatine nutritive, carotte et milieux sucrés divers; il donne naissance à un feutrage important d'aspect floconneux; le substratum est coloré en rouge; la coloration est surtout intense sur gélatine; ensemencé en bouillon de viande, il teint le milieu en rouge vineux.

Les conidies de *B. densa* sont ovoïdes et mesurent $2,5 - 3\ \mu \times 1,5 - 2\ \mu$ elles sont portées par des phialides très courtes à peine visibles; la disposition en sympode, caractéristique du genre *Beauveria*, apparaît cependant très nettement et avait déjà été observée et figurée par GIARD.

Sur les Hannetons parasités par *B. densa*, on observe fréquemment la formation de cordons mycéliens plus ou moins étendus ou hyphasmates susceptibles de vivre en saprophytes dans les matières organiques en décomposition. De tels hyphasmates n'ont pu être observés sur *Cochylis* momifiées.

Le Champignon parasite de *Cochylis* que j'ai identifié avec *B. densa* diffère cependant de l'espèce-type par un certain nombre de caractères morphologiques importants, entre autres, par les dimensions des conidies dont la longueur ne dépasse guère $2\ \mu$ alors que celles de *B. densa* mesurent $2,5$ à $3\ \mu$ (comparer les fig. 24 et 25); elles en diffèrent également par les phialides qui sont plus longues. Cultivé sur pomme de terre, il colore le substratum en rouge vineux; la coloration communiquée à la gélatine est sensiblement moins intense que celle qu'on observe sur le même milieu ensemencé avec *B. densa*.

Les caractères morphologiques du champignon de *Cochylis* et ses propriétés culturales sont intermédiaires entre ceux de *B. densa* et de *B. effusa*. On peut se demander, avec quelque raison, si ces deux espèces n'en font pas qu'une seule en réalité et s'il n'existe pas tous les intermédiaires entre les formes à conidies ovoïdes-allongées et celles à conidies arrondies ou légèrement ovoïdes. Déjà BEAUVERIE, en décrivant *B. effusa*, avait pu constater que les conidies sont « parfois ovoïdes au début de la végétation sur certains

milieux». Au point de vue de la coloration rouge de la pomme de terre ensemencée avec l'une ou l'autre espèce, BEAUVERIE et d'autres auteurs, GIARD en particulier dans le cas de *B. densa*, avaient constaté que le champignon perd peu à peu la faculté de colorer le substratum en rouge; cependant, d'après BEAUVERIE, *B. effusa* peut conserver longtemps cette propriété puisque le champignon « communiquait encore à la pomme de terre une coloration rouge lie-de-vin après onze mois de culture, affaiblie il est vrai comparative-ment à celles que donnaient les premières cultures à partir des vers momifiés ».

R. DIEUZEIDE a toutefois pu constater que la coloration n'est pas constante et que certaines souches cultivent sans rougir le substratum. D'après cet auteur, la coloration rouge se développerait surtout sous l'influence de la lumière et de l'air.

On voit par ces quelques considérations générales, combien il est difficile d'identifier avec certitude les différentes moisissures appartenant au genre *Beauveria*, tout au moins certaine d'entre elles, qu'on est appelé à rencontrer sur les Insectes.

VERTICILLIUM HETEROCLADUM (Penz.).

Les *Cochylis* momifiées par cette moisissure ressemblent à celles qui sont parasitées par *Sp. farinosa* var. *verticilloïdes*; elles ne peuvent être distinguées de ces dernières que par l'examen microscopique. Le champignon se cultive bien sur pomme de terre et milieux sucrés; il forme un feutrage dense et très floconneux qui remplit à peu près complètement l'intérieur du tube de culture.

Les conidies diffèrent très nettement de celles des espèces précédemment décrites par leur forme en bâtonnet; elles mesurent $3-4 \mu \times 1 \mu$. Elles sont portées par de petites ramifications latérales des filaments mycéliens; ces ramifications, très amincies à l'extrémité, peuvent être isolées, mais le plus souvent elles sont groupées en verticilles. *V. heterocladium* qui est surtout connu comme parasite des Cochenilles a été rencontré sur *Cochylis* et *Eudémis* plus fréquemment que *B. bassiana* et *B. densa* et doit être considéré comme un parasite vrai de ces insectes. Son rôle parasitaire est d'ailleurs peu important.

CITROMYCES GLABER (Wehm.).

Cette moisissure, très différente des autres par sa teinte gris-verdâtre, peut être facilement confondue avec la moisissure verte ordinaire (*Penicillium glaucum*); elle a été observée plusieurs fois par P. MARCHAL sur des échantillons de *Cochylis* d'origines différentes. Cependant, elle paraît assez peu répandue et je ne l'ai rencontrée que deux fois au cours de l'hiver 1940-1941.

Les rameaux fructifères se détachent des filaments mycéliens; l'extrémité de chacun d'eux, légèrement renflée, donne naissance à cinq ou sept stérigmates qui portent chacun un chapelet de conidies ovoïdes. Il ne semble pas que cette moisissure soit pathogène pour la *Cochylis*; FRON n'a pas réussi, en effet, à infecter des *Cochylis* avec culture sur milieu artificiel.

D. IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS AUXILIAIRES.

Le rôle respectif des différents auxiliaires qui viennent d'être décrits est impossible à définir d'une manière précise car il varie dans le temps et dans l'espace. Les observations

faites au cours de l'hiver 1940-1941 dans mon champ d'expériences de Saint-Genis-Laval ont donné des renseignements assez intéressants sur l'importance de ces variations. Plusieurs récoltes de chrysalides saines et parasitées ont été faites à des époques différentes et en des points différents de la vigne; les résultats obtenus ont été les suivants :

Récolte du 14 novembre.

Pré-chrysalides normales	2 soit 3 p. 100
Chrysalides normales	24 soit 35 —
Chrysalides parasitées par hyménoptères	9 soit 14 —
Chrysalides ou chenilles momifiées :	
parasitées par <i>S. farinosa</i>	19 soit 28 —
parasitées par <i>B. bassiana</i>	1
parasitées par <i>Citromyces glaber</i>	1
Chrysalides ou chenilles mortes pour cause non déterminée	13 soit 19 —

Une chrysalide parasitée par *Sp. farinosa* était hyperparasitée par *Melanospora parasitica*.

Récolte du 20 novembre.

Chrysalides normales	30 soit 35 p. 100
Chrysalides parasitées par hyménoptères	26 soit 30 —
Chrysalides ou chenilles momifiées :	
parasitées par <i>Sp. farinosa</i>	25 soit 28 —
parasitées par <i>B. bassiana</i>	1
parasitées par <i>V. heterocladum</i>	1
Chrysalides ou chenilles mortes pour cause non déterminée	7 soit 7 —

Quatre chrysalides parasitées par *Sp. farinosa* étaient hyperparasitées par *Melanospora parasitica*.

Récolte du 27 novembre.

Chrysalides normales	22 soit 40 p. 100
Chrysalides parasitées par hyménoptères	20 soit 38 —
Chrysalides ou chenilles momifiées :	
parasitées par <i>Sp. farinosa</i>	8 soit 15 —
Chrysalides ou chenilles mortes pour cause non déterminée	4 soit 7 —

Deux chrysalides parasitées par *Sp. farinosa* var. *verticilloides* étaient hyperparasitées par *Melanospora parasitica*.

Récolte du 29 novembre.

Pré-chrysalides normales	2
Chrysalides normales	52 soit 45 p. 100
Chrysalides parasitées par hyménoptères	25 soit 20 —
Chrysalides ou chenilles momifiées :	
parasitées par <i>Sp. farinosa</i>	36 soit 30 —
Chrysalides ou chenilles mortes pour cause non déterminée	6 soit 5 —

Une chrysalide parasitée par *Sp. farinosa* était hyperparasitée par *Melanospora parasitica*.

Récolte du 11 décembre.

Chrysalides normales	50 soit 34 p. 100
Chrysalides parasitées par hyménoptères	29 soit 19 —
Chrysalides ou chenilles momifiées :	
parasitées par <i>Sp. farinosa</i>	58 soit 40 —
Chrysalides ou chenilles mortes pour cause indéterminée	10 soit 7 —

Neuf chrysalides parasitées par *Sp. farinosa* étaient hyperparasitées par *Melanospora parasitica*.

Récolte du 24 janvier 1941.

Chrysalides normales	14 soit 30 p. 100
Chrysalides parasitées par hyménoptères	12 soit 27 —
Chrysalides ou chenilles momifiées :	
parasitées par <i>Sp. farinosa</i>	13 soit 30 —
parasitées par <i>V. heterocladum</i>	1 —
Chrysalides ou chenilles mortes pour cause indéterminée	6 soit 13 —

Recolte du 12 février.

Chrysalides normales	25 soit 29 p. 100
Chrysalides parasitées par hyménoptères	11 soit 13 —
Chrysalides ou chenilles momifiées :	
parasitées par <i>Sp. farinosa</i>	49 soit 58 —
parasitées par <i>B. bassiana</i>	2 soit 1 —
parasitées par <i>C. glaber</i>	2 soit 1 —
Chrysalides ou chenilles mortes pour cause inconnue	1 —

Deux chrysalides parasitées par *Sp. farinosa* étaient hyperparasitées par *Melanospora parasitica*.

Récolte du 19 février.

Chrysalides normales	25 soit 30 p. 100
Chrysalides parasitées par hyménoptères	10 soit 12 —
Chrysalides et chenilles momifiées :	
parasitées par <i>Sp. farinosa</i> var. <i>verticilloïdes</i>	32 soit 47 —
parasitées par <i>V. heterocladum</i>	4 soit 3 —
parasitées par <i>B. densa</i>	2 soit 1 —
Chrysalides ou chenilles mortes pour cause inconnue	4 soit 5 —

Trois chrysalides parasitées par *Sp. farinosa* étaient hyperparasitées par *Melanospora parasitica*.

Récolte du 10 mars.

Chrysalides normales.....	11 soit 37 p. 100
Chrysalides parasitées par hyménoptères.....	7 soit 17 —
Chrysalides ou chenilles momifiées :	
parasitées par <i>Sp. farinosa</i>	15 soit 39 —
parasitées par <i>V. heterocladium</i>	1 —
Chrysalides ou chenilles mortes pour cause inconnue.....	7 soit 17 —

Cinq chrysalides parasitées par *Sp. farinosa* étaient hyperparasitées par *Melanospora parasitica*.

D'après les résultats obtenus au cours de ces différents comptages, on voit que la mortalité due à l'action des parasites est importante puisqu'elle dépasse largement 50 p. 100 ; elle ne varie guère d'un point à un autre, les différentes récoltes ayant été faites dans des parcelles différentes de la vigne. Le rôle respectif de chacun des principaux groupes de parasites est beaucoup moins constant : ainsi la mortalité due à l'action parasitaire des Hyménoptères varie de 14 à 37 p. 100. Le pourcentage de mortalité pour cause inconnue de la récolte du 20 novembre peut paraître élevé par rapport au pourcentage des récoltes suivantes, mais il y a lieu de tenir compte du fait qu'un certain nombre de larves de parasites au premier stade de développement ont pu échapper à l'examen à la loupe binoculaire en raison de leur taille minuscule. D'autre part, un certain nombre de ces chrysalides mortes sans cause apparente ont pu succomber à la suite de piqûres faites par des femelles d'Hyménoptères parasites ou à la suite de lésions provoquées par des insectes prédateurs. Par exemple, sur une pré-chrysalide morte sans cause apparente, j'ai pu constater la présence de deux jeunes larves parasites mortes au moment de leur éclosion.

Le pourcentage des chenilles ou chrysalides momifiées varie beaucoup d'un point à un autre de la vigne. Semblable constatation avait déjà été faite par VOUKASSOVITCH qui avait montré, en 1923, que le pourcentage des chenilles ou chrysalides momifiées par *Sp. farinosa*, varie, suivant les parcelles d'une même vigne, de 1 à 30 p. 100. Le même auteur avait constaté, d'autre part, que le pourcentage varie suivant les ceps. De toutes ces constatations, VOUKASSOVITCH avait conclu que « cette irrégularité très grande qu'on trouve dans l'action du champignon, suivant les souches, dans le vignoble étudié, ne semble pas être en accord avec l'opinion admise que les spores se trouvent suffisamment disséminées dans la nature pour qu'une épidémie se déclare spontanément quand les conditions du milieu le permettent ». D'où l'utilité pour lui d'une dissémination artificielle des spores à l'automne, au moment où les chenilles quittent les grappes, après mélange de celles-ci avec une poudre inerte.

Sur aucune des chenilles ou chrysalides que j'ai examinées au microscope, je n'ai pu observer de spores de *Mesnilia legeri* ; de même, la présence de bactéries n'a pu être constatée.

Malgré le rôle freinateur important joué par les différents auxiliaires, le vol de *Cochylis* a été important au printemps de l'année 1941 et les chenilles ont été beaucoup plus nombreuses qu'au printemps de l'année précédente.

IV. *Les traitements contre la Cochylys et l'Eudémis.*

S'il fallait passer en revue toutes les méthodes qui ont été proposées jusqu'ici pour lutter contre la Cochylys et l'Eudémis de la vigne, un volume y suffirait à peine. En dehors de celles, peu nombreuses il est vrai, qui ont fait l'objet d'études sérieuses, et qui sont encore préconisées, la plupart sont tombées dans l'oubli; quelques-unes cependant ont conservé des partisans, tel le poudrage à la chaux, dont l'inefficacité a été cependant bien démontrée.

L'enquête faite en 1939 auprès des directeurs de services agricoles, afin d'obtenir des renseignements précis sur les différentes méthodes de traitements actuellement appliquées dans les principales régions viticoles de France, a donné les résultats suivants :

1° Des méthodes qui donnent satisfaction en certaines régions se révèlent insuffisantes en d'autres;

2° Certains produits qui sont considérés comme actifs par quelques-uns sont condamnés par d'autres;

3° L'inefficacité de certaines méthodes de traitements est attribuée souvent à leur application défectueuse, en particulier à une pulvérisation effectuée en temps inopportun;

4° D'une manière générale, on s'accorde à déclarer que la lutte contre la Cochylys et l'Eudémis devrait être réorganisée.

Ainsi se justifient les études nouvelles que j'ai entreprises sur l'organisation, en France, de la lutte contre la Cochylys et l'Eudémis. Les résultats obtenus au cours des expériences faites depuis 1939 ne sont toutefois pas tels qu'on puisse parler d'une condamnation sans réserve des méthodes recommandées jusqu'ici. Beaucoup d'entre elles sont bonnes et peuvent donner de bons résultats lorsqu'elles sont appliquées judicieusement. Ce que j'ai cherché surtout à réaliser, c'est une simplification des méthodes en même temps qu'une définition exacte des conditions pratiques à réaliser pour obtenir le maximum de rendement avec le minimum de dépenses.

1° GÉNÉRALITÉS SUR LES PRINCIPALES MÉTHODES DE TRAITEMENTS.

On peut distinguer les méthodes dites mécaniques et physiques, des méthodes biologiques et des méthodes chimiques.

A. *Méthodes mécaniques et physiques.*

Une des plus connues est celle qui est basée sur la capture des papillons au moyen de pièges lumineux ou alimentaires. Les pièges lumineux ont fait l'objet d'expériences étendues en Champagne au cours de l'année 1911; les sources lumineuses employées étaient des lampes à acétylène ou des lampes électriques; les détails concernant ces expériences, les conditions à réaliser pour obtenir le maximum d'effet utile, sont longuement exposés dans le travail de P. MARCHAL. Bien que les prises de papillons eussent été très importantes au cours des essais et que ce procédé de piégeage eût été considéré

par P. MARCHAL, en Champagne tout au moins, comme une méthode de traitement « d'une efficacité certaine, quoique limitée, et au moins égale à celle de la plupart des traitements insecticides », il n'apparaît pas qu'il ait fait, depuis, l'objet d'applications pratiques étendues.

De nombreux papillons peuvent également être détruits au moyen des pièges alimentaires, mais ce mode de piégeage ne peut constituer à lui seul un procédé efficace de lutte contre la Cochylis et l'Eudémis. L'emploi des pièges alimentaires est par contre recommandé pour la détermination de l'époque des traitements chimiques. Le liquide attractif qui garnit les pots-pièges est constitué généralement par de l'eau mélassée à 10 p. 100 additionnée d'un peu de lie de vin. On emploie aussi la piquette aigrie en Alsace, le cidre ou la bière gâtés; le vin attire également les papillons, mais pour des raisons économiques faciles à comprendre on lui préfère l'emploi d'eau mélassée. Les pots employés sont du type dit bordelais en grès vernissé à l'intérieur d'une contenance de 200 centimètres cubes environ; ils sont munis d'un couvercle maintenu à une certaine distance du bord et sont suspendus au moyen de fil de fer, à l'intérieur du cep, au niveau des grappes; ils doivent être visités chaque matin et débarrassés des papillons capturés au cours de la nuit. Les captures varient non seulement d'après le nombre des papillons éclos dans la vigne, mais également d'après le temps : lorsque celui-ci est froid et que le vent souffle avec force, les papillons volent peu tandis que l'activité est très grande par temps calme et orageux. Le relevé des prises journalières ne donne donc qu'une idée assez imparfaite du nombre des papillons éclos, mais on peut néanmoins, en établissant la courbe de vol d'après les prises journalières, déterminer assez exactement la date la plus favorable pour les traitements. Nous reviendrons sur ce point en étudiant la question de l'organisation des traitements chimiques.

Une autre méthode originale de capture des papillons a été exposée en 1939 au Congrès de Bad-Kreuznach par STELLWAAG. D'après les renseignements qui m'ont été communiqués par le Docteur FAES, Directeur de la Station fédérale d'essais viticoles de Lausanne, le principe de la méthode proposée par STELLWAAG est le suivant : les femelles vierges de Cochylis et d'Eudémis dégagent une odeur qui exerce une action attractive puissante sur les mâles; en enfermant des femelles vierges dans des cagettes disposées de place en place dans le vignoble, les mâles seront attirés et capturés en grand nombre; l'effet peut être suffisant pour rendre impossible la fécondation des femelles.

On a proposé, il y a quelques années, l'emploi des lampes à vapeur de mercure qui émettent des rayons ultra-violets provoquant la formation d'ozone; les papillons de Cochylis et d'Eudémis, comme beaucoup d'autres insectes, sont sensibles aux émanations d'ozone et seraient attirés par la source émettrice. Les expériences faites avec ce nouveau mode de piégeage n'ont pas donné jusqu'ici de résultats très encourageants.

La destruction mécanique des chrysalides hibernantes a été préconisée autrefois; cette destruction est obtenue : soit par décortilage au moyen de raclettes ou de gants métalliques, soit par échaudage des souches en hiver. Le décortilage est toujours imparfait en raison de la conformation des souches; d'autre part, un certain nombre de chrysalides hivernent sur les échelas et les piquets qui soutiennent les fils de fer, dans les anfractuosités du bois ou sur des parties de la souche qui ne peuvent être que difficilement atteintes avec le gant ou la raclette.

J'ai expérimenté l'échaudage en 1912 dans une vigne du Mâconnais fortement infectée d'Eudémis. L'opération a été faite à la fin de l'hiver avec un soin tout particulier en utilisant de l'eau bouillante additionnée, au préalable, de résidus de distillation de l'eau-de-vie dans le but d'augmenter un peu la température d'ébullition. Le traitement a été

d'une réelle efficacité et près de 80 p. 100 des chrysalides furent tuées; cependant l'invasion de chenilles a été plus importante que ne le laissait prévoir le résultat de l'opération. Dans les conditions habituelles courantes, on ne peut espérer obtenir d'aussi bons résultats; aussi l'échaudage ne peut-il constituer, à lui seul, une méthode de traitement suffisante contre la Cochyliis et l'Eudémis.

B. Méthode biologique.

L'utilisation des auxiliaires dans la lutte contre les insectes nuisibles à l'agriculture a déjà donné lieu à un certain nombre d'applications pratiques. Les Champignons entomophytes, *Spicaria farinosa* var. *Verticilloides* en particulier, ont fait l'objet, en 1912, d'expériences assez étendues dont les résultats ont été décevants : les chenilles, au laboratoire comme en plein champ, ont résisté à l'infection quel que soit leur stade de développement. Il n'a même pas été possible d'obtenir en plein champ la contamination des chenilles et chrysalides au moyen de bandes-pièges constituées par de la toile sur laquelle avait été cultivé le champignon. VOUKASSOVITCH a montré que les Eudémis se contaminent assez facilement au moyen de spores qu'elles rencontrent sous les écorces avant la chrysalidation; la momification se produit lorsque l'Eudémis est déjà à l'état de chrysalide. La Cochyliis, au contraire, se momifie souvent à l'état de chenille ou de pré-chrysalide. Comment utiliser le champignon? « La pulvérisation de spores sur les souches ne me semble pas pouvoir être préconisée, dit VOUKASSOVITCH; une fois mouillées, les spores germent ou perdent leur faculté germinative en se desséchant. Mais même sans aucune intervention, dans le cas où le champignon trouve dans le vignoble les conditions convenables, il se développera et se propagera lentement à moins qu'on ne s'oppose à ce développement. Et, chaque année, son action maximum sera réglée, seulement d'après les conditions du milieu, conditions sur lesquelles nous ne pouvons avoir aucune influence. Parmi les pratiques culturales s'opposant le plus au développement du champignon dans un vignoble, il faut surtout citer le décortilage qui enlève avec les écorces tous les organismes déjà momifiés servant de foyers producteurs de spores.

»Cependant, on pourrait activer l'action des champignons, il me semble, par l'épandage à sec des spores mélangées à une poudre inerte quelconque (craie, marbre pilé, etc.) sur les souches à l'automne, au moment où les chenilles, abandonnant les grappes, se retirent sous les écorces. »

Un procédé intéressant a été préconisé par SCHWANGART : il consiste à butter les ceps en automne de manière à créer un milieu particulièrement propice au développement du champignon; les germes sont suffisamment répandus dans la nature pour qu'il n'y ait pas lieu de les multiplier artificiellement. Par cette méthode, on obtient la destruction de près de 90 p. 100 des chrysalides. Malheureusement, le traitement est onéreux et ne peut pas être employé dans toutes les vignes.

L'emploi des bactéries pathogènes a été préconisé par METALNIKOFF qui aurait « isolé plusieurs douzaines de souches des spores des cadavres et des malades pendant les épizooties ». Je rappelle ici qu'au cours de mes recherches propres, effectuées sur des milliers de chenilles, je n'ai jamais observé la présence de bactéries pathogènes. Les spores obtenues des culturesensemencées par METALNIKOFF, seraient capables d'infecter artificiellement, non seulement les chenilles de Cochyliis et d'Eudémis, mais aussi celles de Pyrale. Il ne semble pas cependant que le nouveau procédé de lutte préconisé par METALNIKOFF ait fait l'objet d'applications pratiques étendues.

C. Méthodes chimiques.

De nombreux produits ont été proposés pour les traitements de la vigne contre la Cochylis et l'Eudémis. Parmi ceux qui ont été reconnus efficaces, on peut citer : les sels d'arsenic et la nicotine ; l'efficacité des autres est plus contestable, en particulier, celle des fluosilicates ; d'autres enfin comme la poudre de chaux, la pyridine, le chlorure de baryum ont été reconnus inefficaces ou insuffisamment efficaces et ont été abandonnés.

Les arséniate sont très utilisés dans tous les vignobles ; on les emploie généralement en mélange avec la bouillie bordelaise ordinaire. Autrefois, l'arséniate de plomb était préparé au moment de l'emploi de la manière suivante : on faisait dissoudre, d'une part, 300 grammes d'arséniate de soude dans quelques litres d'eau ; d'autre part, 900 grammes d'acétate de plomb dans quelques litres d'eau ; la solution d'arséniate de soude était versée dans celle d'acétate de plomb ; on obtenait ainsi une bouillie d'arséniate triplombique qui pouvait être employée seule, après avoir complété le volume à 100 litres, ou mélangée à la bouillie bordelaise ordinaire. Cette formule de préparation ne peut plus être conseillée aujourd'hui puisque la vente des arséniate solubles est interdite.

On trouve dans le commerce de l'arséniate de plomb tout préparé vendu généralement sous la forme d'arséniate diplombique en poudre ou en pâte ; l'arséniate titrant 15 p. 100 d'arsenic est généralement employé à la dose de 1 p. 100. Nous verrons que cette dose est un peu faible et qu'il y a intérêt à l'augmenter un peu.

L'arséniate de plomb dit « naissant » est un mélange tout préparé d'arséniate de soude et d'acétate de plomb qui, en présence de l'eau, donne naissance à de l'arséniate triplombique.

L'arséniate de chaux est utilisé par un certain nombre de viticulteurs, mais son emploi peut donner lieu à des inconvénients graves résultant de son manque d'efficacité ou de son action nocive sur les feuilles et les grappes de la vigne.

L'acéto-arsénite de cuivre est considéré comme très efficace contre la Cochylis et l'Eudémis, mais il est peu employé dans nos vignobles.

L'emploi des bouillies nicotinées est assez répandu dans certaines régions. FEYTAUD et CAPUS ont été les premiers à préconiser le traitement de la vigne contre la Cochylis et l'Eudémis par les bouillies cupriques nicotinées. L'action de la nicotine est surtout marquée sur les œufs prêts à éclore et sur les jeunes chenilles ; le traitement donne donc le maximum de résultat lorsque la pulvérisation est faite au moment du maximum d'éclosion des chenilles.

Les conditions d'emploi des arséniate et de la nicotine ont été nettement définies par MARCHAL à la suite de ses expériences et de celles de ses collaborateurs. Ces conditions sont les suivantes :

a. Continuité et adhérence de l'enduit en ce qui concerne plus particulièrement les bouillies arsenicales ;

b. Bonne appropriation du mélange insecticide à la destruction de l'Insecte au stade où il se trouve au moment de l'application ;

c. Détermination du moment favorable ; en principe, ce moment correspond « à la période de quelques jours qui suit le maximum d'éclosion des papillons. Il peut s'étendre jusqu'au moment où les jeunes chenilles commencent à éclore ». Cependant, dans l'application des traitements, il y a lieu de tenir compte de l'état de la végétation et

d'attendre, pour effectuer la pulvérisation, que les boutons à fleurs soient écartés les uns des autres;

d. L'estimation de la quantité de substance à employer. Cette quantité est évaluée à 6 et 10 hectolitres par hectare par MARCHAL;

e. Bonne répartition mécanique du liquide. « D'une façon générale, dit MARCHAL, les pulvérisateurs à dos d'homme munis d'un interrupteur et permettant à l'ouvrier l'usage d'une main pour écarter les sarments, ont été préférés, pour l'application de pulvérisations arsenicales, aux pulvérisateurs à grand travail qui ne permettent pas de localiser l'insecticide sur les grappes en visant ces dernières. »

L'application des traitements nicotinés est surtout recommandée contre les vers de deuxième génération; l'époque la plus favorable est fixée à l'époque où éclosent les premières chenilles. En raison de l'échelonnement des pontes, principalement lorsqu'il s'agit de l'Eudémis, deux traitements au moins sont nécessaires.

2° ÉTUDE COMPARÉE DE L'ACTION INSECTICIDE DES PRODUITS UTILISÉS DANS LA LUTTE CONTRE LA COCHYLIS ET L'EUDÉMIS.

Mes expériences ont porté sur l'arséniate diplombique, l'arséniate d'alumine, la cryolithe, la poudre roténonée, la poudre au fluosilicate de baryum et la poudre cryolithée. Trois champs d'expériences ont été utilisés dans le Beaujolais au voisinage des postes d'observation, c'est-à-dire à Jullié, Chénas et Durette; un à Saint-Genis-Laval et un cinquième dans le Jura, à Conliège.

L'arséniate diplombique employé était préparé sous la forme de pâte qui titrait 15,3 d'arsenic et 42,3 de plomb; l'arséniate d'alumine « naissant » titrait 13 p. 100 d'arsenic; l'arséniate de chaux en poudre; la cryolithe synthétique utilisée pour les pulvérisations était additionnée de caséinate de chaux; elle titrait 47 p. 100 de fluor, 12,7 p. 100 d'alumine et 25,9 p. 100 de sodium. Trois types de poudres cryolithées ont été expérimentées titrant, respectivement 6, 10 et 15 p. 100 de produit actif; la poudre au fluosilicate de baryum titrait 3,75 p. 100 de fluor et 4,50 p. 100 de baryum, soit 10 p. 100 de produit actif; la poudre roténonée stabilisée, 0,65 p. 100 de roténone.

A. Expériences contre la première génération.

a. Champ d'expériences de Jullié.

La vigne choisie comme champ d'expériences est plantée en gamay du Beaujolais; les ceps, distants les uns des autres d'un mètre en tous sens, sont conduits selon la méthode adoptée dans la plupart des vignobles du Beaujolais: ils sont formés de trois à cinq branches charpentières ou « cornes » disposées en couronne, les porteurs de grappes étant simplement réunis au sommet par un lien de paille sans être attachés à un échelas.

Les essais avaient pour but d'étudier :

1° La valeur insecticide de l'arséniate d'alumine comparée à celle de l'arséniate diplombique;

2° L'influence des produits mouillants sur le pouvoir insecticide de l'arséniate diplombique;

3° L'influence de la bouillie cuprique sur le pouvoir insecticide de l'arséniate diplombique dans le mélange arséniate-bouillie bordelaise.

Le traitement a été fait le 8 juin 1939 avec un appareil à dos d'homme ordinaire; à cette date, les grappes étaient bien dégagées et les boutons à fleur, assez bien séparés les uns des autres; le vol des Eudémis avait atteint son maximum depuis quelques jours. Le maximum de vol des Cochylis avait été enregistré le 4. La dépense de liquide est évaluée à 10 hectolitres à l'hectare. Les quatre formules suivantes ont été expérimentées :

1° Arséniate diplombique en pâte.....	1 kilogr.
Caséine.....	50 gr.
Fleur de chaux.....	100 gr.
Eau.....	100 litres.
2° Arséniate diplombique.....	1 kilogr.
Produit mouillant.....	200 cm ³ .
Eau.....	100 litres.
3° Arséniate diplombique.....	1 kilogr.
Caséine.....	50 gr.
Bouillie bordelaise à 2 p. 100 de sulfate et 3 p. 100 de chaux.....	100 litres.
4° Arséniate d'alumine en poudre.....	400 gr.
Caséine.....	50 gr.
Fleur de chaux.....	100 gr.
Eau.....	100 litres.

Le comptage des chenilles effectué le 3 juillet a donné les résultats suivants :

12 chenilles pour 100 grappes dans les rangées traitées avec bouillie à l'arséniate diplombique caséinée;

10 chenilles avec la même bouillie additionnée de produit mouillant;

14 chenilles avec la bouillie bordelaise additionnée d'arséniate diplombique;

Et un peu plus de 7 chenilles dans les rangées traitées avec l'arséniate d'alumine. Dans les rangées témoins, on a compté 26 chenilles pour 100 grappes.

Il résulte de cette première série d'essais que l'arséniate d'alumine est nettement plus efficace que l'arséniate diplombique; il est possible que l'augmentation d'efficacité de cet arséniate soit due, en fait, à la présence d'arséniate soluble en petite quantité; ce qui tendrait à corroborer cette hypothèse, c'est que l'arséniate employé à la dose de 1 kilogramme par 100 litres brûle dangereusement le feuillage et les grappes ainsi que j'ai pu le constater au cours d'une expérience faite en juillet. L'addition de produit mouillant augmente un peu l'efficacité de la bouillie arsenicale, mais dans de faibles proportions. La bouillie mixte cupro-arsenicale est un peu moins active contre la Cochylis et l'Eudémis que la bouillie arsenicale seule.

b. *Champ d'expériences de Durette.*

Quatre séries d'expériences ont été faites en 1940 en utilisant les formules suivantes :

1° Cryolithe caséinée diluée dans l'eau à la dose de 1 p. 100;

2° Cryolithe caséinée employée à la même dose dans la bouillie bordelaise à 2 kilogrammes de sulfate de cuivre et 2 kilogr. 500 de chaux;

3° Arséniate d'alumine employé à la dose de 0,5 p. 100 dans la bouillie bordelaise caséinée;

4° Arséniate de chaux en poudre employé à la dose de 0,75 p. 100 dans la bouillie bordelaise caséinée.

Chaque formule a été expérimentée sur deux doubles-rangées séparées par une rangée témoin. La première pulvérisation a été effectuée avec un appareil à dos d'homme ordinaire le 25 mai, au moment où les boutons à fleurs s'écartaient les uns des autres; la deuxième, le 4 juin, c'est-à-dire quelques jours à peine avant le début de la floraison. Le 13 juin, le comptage des grappes saines et véreuses a donné les résultats suivants :

Dans les rangées traitées avec cryolithe seule, on a compté 2,5 p. 100 de grappes véreuses contre 8 p. 100 dans les rangées traitées avec la bouillie bordelaise additionnée de cryolithe; 7 p. 100 dans les rangées traitées avec arséniate d'alumine mélangé à la bouillie bordelaise et 7,5 p. 100 dans les rangées traitées avec arséniate de chaux mélangé à la bouillie bordelaise. Dans les rangées témoins, la proportion des grappes véreuses était en moyenne de 22 p. 100; elle s'élevait même à 34 p. 100 dans la rangée placée entre celles qui furent traitées à la cryolithe.

Les résultats de ces expériences montrent que la cryolithe employée seule constitue un insecticide de choix contre la *Cochylis* et l'*Eudémis*. Mais le mélange avec la bouillie bordelaise diminue notablement son efficacité; de même le pouvoir insecticide de l'arséniate d'alumine est sensiblement diminué lorsqu'on l'emploie en mélange avec la bouillie bordelaise. Enfin l'arséniate de chaux associé à la bouillie bordelaise n'est pas suffisamment actif contre la *Cochylis* et l'*Eudémis* pour que son emploi puisse être conseillé.

B. *Expériences contre la deuxième génération.*

a. *Champ d'expériences de Jullié.*

Deux séries d'expériences ont été faites dans deux parcelles différentes. Dans la première parcelle, les formules suivantes ont été expérimentées :

1° Arséniate diplombique à 1 p. 100 + caséinate de chaux;

2° Arséniate diplombique à 1 p. 100 + produit mouillant;

3° Arséniate diplombique à 1 p. 100 + bouillie bordelaise caséinée à 2 p. 100 de sulfate de cuivre et 2,5 p. 100 de chaux;

4° Arséniate d'alumine en poudre : 250 grammes par hectolitre d'eau.

Dans la deuxième parcelle, on a employé les formules suivantes :

1° Arséniate diplombique à 1 p. 100 + caséinate de chaux;

2° Poudre à base de fluosilicate de baryum;

3° Cryolithe à 1 p. 100 + caséinate de chaux;

4° Poudre roténonée stabilisée à 0,65 p. 100 de roténone.

Le premier traitement a été fait le 11 août 1939, c'est-à-dire deux jours environ après le maximum de vol des *Eudémis*; le deuxième, le 18 août. La dépense de liquide a été de 0 à 12 hectolitres à l'hectare; celle de poudre, de 60 kilogrammes à l'hectare

pour la poudre fluosilicatée et de 30 kilogrammes pour la poudre roténonée; cette dernière était encore très nettement visible sur les grappes un mois après le traitement.

Les résultats évalués à la date du 21 septembre ont été les suivants : dans le lot de la parcelle 1 traitée avec la bouillie à l'arséniate diplombique caséinée, le pourcentage des grappes endommagées était de 38 p. 100; dans le lot traité avec la même bouillie additionnée de produit mouillant, ce pourcentage était de 36 p. 100; dans le troisième lot traité avec la bouillie bordelaise arsenicale il était de 39 p. 100 et dans le quatrième lot traité avec l'arséniate d'alumine, de 33 p. 100. Le pourcentage des grappes véreuses, dans les rangées témoins, se montait à 56 p. 100. Dans la parcelle 2, le pourcentage des grappes véreuses était de 39 p. 100 dans le lot traité à l'arséniate diplombique, 46 p. 100 dans le lot traité à la poudre fluosilicatée, 29 p. 100 dans le lot traité à la cryolithe, 40 p. 100 dans celui traité à la poudre roténonée et 54 p. 100 dans les rangées témoins.

D'après ces résultats, la cryolithe apparaît plus efficace que l'arséniate diplombique et l'arséniate d'alumine; l'efficacité de la poudre roténonée est un peu inférieure à celle de ces deux arséniate; quant à la poudre fluosilicatée, son efficacité peut être considérée comme nettement insuffisante.

b. Champ d'expériences de Saint-Genis-Laval. Année 1939.

Des expériences ont été faites dans deux parcelles différentes sur deux doubles-rangées longues de 120 mètres environ; les lots témoins étaient constitués par les deux rangées intercalaires. Dans la première parcelle, des poudrages ont été faits avec la poudre roténonée et la poudre fluosilicatée, le 21 juillet et le 2 août; les traitements dans la deuxième parcelle ont été effectués le 25 juillet et le 4 août, ils consistaient en pulvérisations de bouillie : l'une, à base d'arséniate d'alumine à 1 p. 100; l'autre, à base de cryolithe à 1 p. 100; la première était additionnée de produit mouillant; l'autre, de caséinate de chaux; en outre deux poudrages ont été effectués, l'un à la poudre roténonée, l'autre à la poudre fluosilicatée. Le maximum de vol des *Cochylis* a été observé le 18 juillet.

Un premier comptage des chenilles a donné les résultats suivants à la date du 28 août : dans la première parcelle on a compté 14 chenilles pour 100 grappes dans les rangées traitées avec la poudre roténonée; 15 chenilles dans celles traitées avec la poudre fluosilicatée et 22 dans les témoins. Dans les rangées de la parcelle 2 traitée à l'arséniate d'alumine, on a compté 10 chenilles pour 100 grappes, 12 dans celles traitées à la cryolithe; 14 dans celles traitées à la poudre roténonée; 16, dans les rangées traitées à la poudre fluosilicatée et 20 dans les témoins.

À la suite du traitement avec la bouillie à l'arséniate d'alumine à 1 p. 100, les feuilles et les grappes ont été assez gravement brûlées sans que l'efficacité du traitement soit notablement augmentée.

À s'en tenir aux résultats de ces expériences, il apparaît tout d'abord que la cryolithe est sensiblement plus active que les bouillies arsenicales, constatation que l'on a déjà pu faire dans le champ d'expériences de Jullié; d'autre part, la poudre roténonée a donné de meilleurs résultats dans la première parcelle traitée quelques jours plus tôt que la deuxième.

c. Champ d'expériences de Saint-Genis-Laval 1940.

Les expériences comportaient : des pulvérisations avec bouillies à base de cryolithe d'arséniate diplombique et de bentonite nicotinée; des poudrages avec divers mélanges de cryolithe et de talc. Les traitements ont été exécutés pour la première fois le 17 juil-

let, au moment de l'éclosion des premières chenilles de *Cochylis*, et répétés le 26 juillet, sauf dans un des lots qui n'a été traité qu'une fois à l'arséniate diplombique. Un premier comptage effectué huit jours après le premier traitement a donné les résultats suivants :

1° Lot traité deux fois avec bouillie mouillante à 0,5 p. 100 d'arséniate diplombique en poudre : 84 vers dont 6 morts pour 100 grappes;

2° Lot traité une fois seulement le 17 juillet avec la même bouillie : 100 vers pour 100 grappes;

3° Lot traité avec cryolithe à 1 p. 100 additionnée de caséinate de chaux : 68 vers dont 4 morts pour 100 grappes;

4° Lot traité avec poudre à 6 p. 100 de cryolithe : 177 vers dont 4 morts pour 100 grappes;

5° Lot traité avec poudre à 10 p. 100 de cryolithe : 143 vers dont 3 morts pour 100 grappes;

6° Lot traité avec poudre à 15 p. 100 de cryolithe : 112 vers dont 2 morts pour 100 grappes.

Tous ces comptages de vers ont été effectués au laboratoire en examinant à la loupe binoculaire des grains piqués récoltés dans 100 grappes.

A la date du 29 août, 80 chenilles en majorité de petite et de moyenne taille ont été comptées dans 100 grappes du lot traité avec poudre à 10 p. 100 de cryolithe, et seulement 50 dans le lot traité avec poudre à 15 p. 100.

Le 31 août, on comptait 61 vers pour 100 grappes dans le lot pulvérisé à la cryolithe à 1 p. 100 et 100 vers, dans le lot traité deux fois avec l'arséniate diplombique; dans ce dernier lot, quelques grosses chenilles ont été observées alors que dans celui traité à la cryolithe on ne rencontrait que des chenilles de petite et de moyenne taille. La diminution du pourcentage des vers dans le premier lot par rapport au premier comptage et son accroissement au moment du deuxième comptage dans le lot traité à l'arséniate, montre que l'action insecticide de la cryolithe s'est prolongée plus longtemps que celle de l'arséniate. Il apparaît que la dose de 0,5 p. 100 d'arséniate diplombique en poudre est un peu faible et qu'elle devrait être portée à 0,75 p. 100.

Dans le lot traité deux fois avec bentonite nicotinée à 0,5 p. 100 de nicotine à 250°, j'ai compté 200 vers de toutes grosseurs pour 100 grappes. Enfin dans les témoins on trouvait de 250 à 300 vers pour 100 grappes.

d. et e. *Champs d'expériences de Chénas et Durette.*

Les essais ont porté sur les formules suivantes :

1° Arséniate diplombique à 1 p. 100 + caséinate de chaux;

2° Arséniate diplombique à 1 p. 100 + produit mouillant;

3° Arséniate diplombique à 1 p. 100 + bouillie bordelaise caséinée;

4° Arséniate d'alumine à 0,5 p. 100 + caséinate de chaux.

Un seul traitement a été effectué à la date du 22 août 1939 dans chacun des champs d'expériences. Les résultats enregistrés à la date du 26 septembre ont été les suivants :

	POURCENTAGE DE GRAPES SAINES.		POURCENTAGE DE GRAPES VÉREUSES.	
	CHÉNAS.	DURETTE.	CHÉNAS.	DURETTE.
	p. 100.	p. 100.	p. 100.	p. 100.
1.....	80	90	20	10
2.....	71	89	29	11
3.....	73	88	27	12
4.....	50	70	50	30
Témoins.	40	55	60	45

Dans les expériences faites à Durette et Chénas, l'arséniate d'alumine s'est montré notablement moins efficace contre la Cochylis et l'Eudémis que l'arséniate diplombique, ce qui semble infirmer les résultats des expériences faites à Jullié. En fait, si l'on admet la présence d'arséniate de soude libre dans la bouillie à l'arséniate d'alumine, on comprend que l'action de cette bouillie sur la Cochylis et l'Eudémis puisse varier dans de grandes limites suivant l'époque à laquelle est faite la pulvérisation : l'arséniate de soude agit en effet avec le maximum d'intensité lorsque la plupart des chenilles sont écloses, mais son action est de courte durée car il est rapidement entraîné par les eaux de pluie.

f. *Champ d'expériences de Conliège (Jura).*

Les essais ont porté sur les poudres roténonée et fluosilicatée; les parcelles en expériences étaient plantées en Poulard et Savagnin. Le premier poudrage a été effectué à la date du 31 juillet 1939, quelques jours après le maximum de vol des papillons de Cochylis, et le deuxième le 10 août.

À la date du 27 septembre le pourcentage des grappes véreuses était de 20 p. 100 dans une des parcelles traitées à la poudre roténonée, de 19 p. 100 dans une autre parcelle traitée avec la même poudre, de 30 p. 100 et 29 p. 100 dans les parcelles traitées à la poudre fluosilicatée. Dans les lots témoins de chacune des parcelles, les pourcentages des grappes véreuses étaient respectivement de 28 et 41 p. 100. On voit par ces résultats que l'efficacité de la poudre à base de fluosilicate est nettement inférieure à celle de la poudre roténonée, constatation déjà faite sur le même insecte dans les autres champs d'expériences.

3° EXPÉRIENCES FAITES DANS LES AUTRES STATIONS DE RECHERCHES OU D'AVERTISSEMENTS.

Des expériences faites dans les autres Stations de recherches ou d'avertissements, on peut tirer un certain nombre de conclusions qui confirment ou complètent les résultats des expériences faites à la Station de Saint-Genis-Laval.

Dans la région d'Angers, suivant le rapport de M. MOREAU, un vignoble de 16 hectares a été traité contre la deuxième génération en 1939 avec bouillie cupro-arsenicale additionnée de nicotine et de produit mouillant; la pulvérisation a été faite du 25 juillet au 1^{er} août avec des appareils à pression et à dos d'homme; la moitié de la vigne ayant été effeuillée au préalable sur l'un des côtés, l'exécution du traitement a été grandement facilitée. La récolte sur Chenin blanc a été de 40 hectolitres à l'hectare alors que dans les vignes voisines non traitées, elle a été presque entièrement anéantie par la Cochylis.

Dans la région de Beaune, M. SOULIÉ a comparé entre elles la bouillie à base d'arséniate diplombique additionnée de caséinate de chaux et la même bouillie additionnée de

produit mouillant. Les résultats obtenus avec chacune d'elles sont sensiblement les mêmes, ce qui confirme les résultats obtenus à la Station de Saint-Genis-Laval. Les expériences ont montré d'autre part que les résultats obtenus contre les vers de première génération sont meilleurs que ceux obtenus contre les vers de la deuxième.

Les expériences faites en 1939 sous le contrôle du Centre de recherches agronomiques du Massif Central ont montré :

1° Que l'arséniate diplombique possède une efficacité plus grande contre les vers qu'un seul poudrage avec poudre roténonée stabilisée à 0,65 p. 100 de roténone; mais les résultats sont à peu près équivalents lorsqu'on procède à deux poudrages à huit-dix jours d'intervalle.

2° L'application de l'arséniate diplombique en traitement séparé est plus efficace dans certains cas que celle de la bouillie bordelaise arsenicale. Cependant, dans le champ d'expériences du Centre, les résultats ont été identiques avec les deux types de bouillie.

4° APPLICATION EN GRAND DES PROCÉDÉS DE LUTTE CONTRE LA COCHYLIS ET L'EUDÉMIS.

En raison de la régression de l'invasion de Cochylis et d'Eudémis en 1941, une seule application en grand des procédés de lutte étudiés expérimentalement au cours des années précédentes a pu être réalisée contre les chenilles de Cochylis de première génération dans mon champ d'expériences de Saint-Genis-Laval. Le traitement a été fait avec la bouillie à base de cryolithe synthétique (dose d'emploi : 1 kilogr. pour 100 litres d'eau). L'appareil employé pour la pulvérisation était un pulvérisateur à bât d'une contenance de 75 litres environ pulvérisant sous une pression moyenne de 3 à 6 kilogrammes et muni de deux lances à interrupteur. Chaque rang de vigne était pulvérisé simultanément de chaque côté. La plupart des grappes ont été mouillées, les opérateurs s'appliquant à les bien pulvériser, mais la dépense de liquide a été assez importante puisqu'elle a atteint près de 20 hectolitres à l'hectare. En deux heures, une surface de près de 20 ares a été entièrement pulvérisée.

La première pulvérisation a été faite le 4 juin, au moment où les boutons à fleurs s'écartaient les uns des autres; le maximum de vol des papillons de Cochylis avait été enregistré le 21 mai. Une deuxième pulvérisation a été faite douze jours plus tard avec le même appareil et la même bouillie; la dépense de liquide fut un peu plus importante que lors du premier traitement.

Un premier comptage des vers effectué le 21 juin a donné les résultats suivants :

Vigne traitée : 34 vers pour 100 grappes;

Témoin : 134 vers pour 100 grappes.

Un deuxième comptage effectué le 27 juin a donné des résultats peu différents :

Vigne traitée : 50 vers pour 100 grappes;

Témoin : 150 vers pour 100 grappes.

On peut constater que les résultats obtenus à la suite de ces traitements exécutés dans les conditions de la pratique courante sont sensiblement inférieurs à ceux qui avaient été obtenus au cours des expériences de 1939 et 1940.

Une partie de la vigne a été traitée le même jour par le propriétaire, aidé d'un ouvrier, avec l'appareil à bât, mais en utilisant une bouillie mixte à base de cryolithe et de bouillie bordelaise. Par comparaison avec la partie traitée par le personnel de la Station, on a pu constater, dans l'ensemble, que les grappes avaient été moins bien mouillées par la

bouillie que dans cette dernière partie; beaucoup d'entre elles n'avaient reçu que quelques gouttelettes, ce qui était insuffisant pour obtenir la destruction des chenilles de *Cochylis* qui s'y trouvaient. Les résultats furent très inférieurs à ceux obtenus dans la première partie. La différence de résultats doit être attribuée tout d'abord à l'insuffisance du pouvoir insecticide de la bouillie utilisée, mais aussi, à l'exécution défectueuse du traitement.

Les constatations faites à la suite de cette application en grand, montrent que les traitements de la vigne contre les vers de la grappe, même lorsqu'on utilise des bouillies très efficaces, doivent être considérés comme difficiles et onéreux.

Une deuxième série d'applications en grand a été faite dans la région de Narbonne contre l'Eudémis par la Station d'Oenologie et de Recherches viticoles de Narbonne.

Le traitement contre la première génération a été fait avec une bouillie à base d'arséniat d'alumine (dose d'emploi : 0 kilogr. 500 pour 100 litres) additionnée de caséinate de chaux. Le premier traitement a été effectué le 19 mai alors que le maximum de vol des papillons avait été enregistré le 15 mai; le 18 mai, les boutons floraux s'écartaient les uns des autres. La dépense de bouillie à l'hectare est évaluée à 7 hectolitres et demi; le temps nécessaire pour effectuer la pulvérisation est de dix-neuf heures trente. Un deuxième traitement a été effectué avec la même bouillie le 27 mai; la dépense de liquide s'est élevée à 8 hectolitres 90 à l'hectare et le temps nécessaire pour effectuer le travail a été de vingt-deux heures.

Contre la deuxième génération, deux poudrages à la poudre cryolithée à 15 p. 100 ont été faits : le premier, à la date du 23 juillet; le deuxième, à la date du 6 août. La dépense de poudre est évaluée à 104 kilogrammes à l'hectare; le temps nécessaire pour effectuer le poudrage a été de dix heures trente. En raison de la faible intensité de l'invasion, il n'a pas été possible de tirer des conclusions précises sur la valeur de ces traitements.

A Lunel-Vieil, dans l'Hérault, un traitement en grand avec poudre cryolithée a été effectué contre la deuxième génération d'Eudémis. La réduction de l'attaque est évaluée à 36 p. 100 par DELMAS.

V. Organisation en France de la lutte contre la *Cochylis* et l'*Eudémis*.

A. Organisation actuelle.

Depuis plusieurs années déjà, des Stations d'avertissements fonctionnent dans les principales régions viticoles de France, qui ont pour mission de conseiller les viticulteurs sur l'opportunité des traitements, sur le moment de leur application et sur les méthodes les plus efficaces. Les Stations de Clermont-Ferrand, de Bordeaux, de Colmar sont les plus anciennes; leur rayon d'action s'étend à plusieurs départements; la Station de Beaune est de création plus récente. Les avertissements lancés par ces Stations concernent non seulement les traitements contre la *Cochylis* et l'Eudémis, mais également les traitements contre le mildiou, l'oïdium et les autres maladies cryptogamiques.

En Alsace, d'après PERCHER, Directeur de la Station de viticulture et d'Oenologie, des postes d'observation furent créés dès l'année 1928 dans la plupart des communes viticoles du Haut-Rhin et du Bas-Rhin. Le nombre et la nature des papillons capturés dans les pièges alimentaires équipant chaque poste étaient communiqués à la mairie

qui établissait une courbe de vol d'après ces données. Le graphique, affiché dans chaque commune par les soins de la municipalité, devait permettre aux viticulteurs de se renseigner sur la marche du vol. En outre, tous les trois jours, des cartes adressées par les communes au Directeur de l'Association des viticulteurs lui permettaient de faire savoir aux intéressés, par la voie de la presse, la date optimum d'application des traitements insecticides. Dès 1930, le Centre de Recherches agronomiques de Colmar, et plus spécialement la Station de Viticulture et d'Oenologie fut chargé de la direction des avertissements. En raison de la configuration particulière du vignoble alsacien, de la diversité des climats et des altitudes, le nombre des postes a été multiplié : 61 étaient en fonctionnement en 1930. Par la suite, le nombre total des postes a été ramené à 32, dont 10 ont été choisis comme « postes-types » tant à cause de leur situation dans le vignoble leur permettant de refléter l'ensemble de tout un secteur, que du zèle et de la compétence dont, au cours des années précédentes, avaient fait preuve leurs observateurs ; ces postes-types sont pourvus d'un équipement météorologique sommaire comprenant des thermomètres à maxima et à minima et un pluviomètre. Les observations sont envoyées tous les jours au poste central ou tous les trois jours lorsqu'il s'agit des autres postes.

Les graphiques établis d'après les renseignements ainsi fournis par les postes permettent de fixer avec une assez grande précision la date optimum des traitements insecticides. Suivant l'intensité du vol, un ou deux traitements sont conseillés contre la première génération. Les avis de traitement sont expédiés par poste aux mairies des communes viticoles qui les font publier et placarder, aux présidents de chacune des sections viticoles d'Alsace, à toute la presse régionale et aux postes d'État de Radio.

D'après le rapport de M. COUTURIER, la Station d'avertissements du Sud-Ouest, établie à la Grande-Ferrade près de Bordeaux, disposait en 1934 de 15 postes d'observations dont 10 dans le Bordelais, 1 dans la région de Montbazillac, 2 dans les Charentes, 1 dans la Vienne et 1 en Armagnac. Chaque observateur surveille 2 à 4 groupes de 5 pots-pièges placés dans différentes parties du vignoble et disposés sur trois rangs consécutifs en croix de Saint-André à 5 mètres environ les uns des autres. Les pots sont garnis d'eau mélassée additionnée de lie de vin. Chaque matin, les observateurs font le relevé des prises en distinguant les mâles des femelles. Pour éviter une mise en service trop prolongée des pots-pièges, ce qui aurait pour effet d'attirer et de détruire inutilement de précieux auxiliaires, M. COUTURIER conseille l'emploi d'un piège-vedette mis en service à partir du 20 avril et qui fonctionne sans interruption jusqu'au troisième vol ; les autres pièges sont remplis dès que le piège-vedette commence à prendre des papillons.

Les observations concernant le vol des papillons ainsi que les observations météorologiques sont communiquées chaque jour au poste central au moyen d'une carte postale. Les résultats des captures sont exprimés graphiquement au moyen d'une courbe dite courbe de fréquence des papillons. Les avertissements sont lancés après les maximum de vol et diffusés par la presse et la radio ; d'autre part, les viticulteurs, moyennant le paiement d'un droit d'abonnement, reçoivent en temps utile une lettre circulaire fixant la date des traitements et donnant toutes indications utiles sur la manière de les appliquer. En 1931, le nombre des abonnements individuels dépassait le chiffre de 1.200 et celui des abonnements collectifs, le chiffre de 150.

Dans la région du Centre, où la Station d'avertissements est installée au Centre de Recherches agronomiques du Massif Central de Clermont-Ferrand, les postes sont répartis dans les départements suivants : Allier, Loire, Loiret, Cher, Indre-et-Loire, Puy-de-

Dôme, Haute-Loire, Nièvre, Loir-et-Cher, Indre, Lot, Haute-Vienne, Creuse et Cantal. Chaque poste est muni d'un équipement météorologique sommaire permettant le relevé des températures et de la pluie et surveille les pots-pièges répartis autour du poste météorologique. Les avertissements sont lancés quelques jours après le maximum de vol. Comme dans le Bordelais, des lettres sont envoyées en temps utile aux abonnés; ces notes ont trait, non seulement au traitement contre la Cochylis et l'Eudémis, mais également au traitement contre le mildiou, l'oïdium et le black-rot de la vigne, la tavelure et le Carposcapa des poiriers et pommiers, le mildiou de la pomme de terre.

Dans l'Anjou, MOREAU et VINET, sans nier l'importance des observations concernant le vol des papillons, établissent sur d'autres données leur méthode de lutte contre les vers de la Vigne. Quelles que soient les prévisions sur l'importance de l'invasion de première génération, deux traitements avec bouillie cupro-arsenicale doivent être exécutés avant la floraison : le premier, quand les boutons à fleurs s'écartent les uns des autres le deuxième, huit, dix à douze jours après. Ces deux traitements sont dits d'*assurance* et ne nécessitent pas d'avertissement préalable puisque, comme l'indiquent MOREAU et VINET, « ils doivent toujours être exécutés bon an mal an ».

En ce qui concerne les traitements contre la deuxième génération, l'observation du vol des papillons donne des indications précises sur la date d'application du premier traitement; le nombre des traitements dépend de l'intensité du vol; ceux-ci consistent généralement en poudrages avec poudre nicotinée.

D'après les quelques indications qui viennent d'être données sur le fonctionnement des Stations d'avertissements, on voit que l'organisation méthodique de la lutte contre la Cochylis et l'Eudémis a déjà reçu en France un commencement d'exécution. Cette organisation est toutefois insuffisante et il reste encore beaucoup à faire pour obtenir la généralisation de la lutte à l'ensemble des vignobles, généralisation qui constitue le but vers lequel doivent tendre tous les efforts.

B. Méthode proposée.

Les recherches pourquies au cours de ces dernières années ont abouti à des résultats qui permettent de fixer les directives générales de la méthode proposée pour lutter efficacement contre la Cochylis et l'Eudémis de la Vigne.

1° LE SERVICE D'AVERTISSEMENTS ET SON FONCTIONNEMENT.

Les Stations d'avertissements telles qu'elles fonctionnent en France depuis quelques années, au moins dans certaines régions viticoles, sont appelées à jouer dans l'avenir un rôle important. Ce sont elles qui sont chargées de renseigner les viticulteurs sur le nombre des traitements à effectuer au cours de l'année, sur l'époque à laquelle les pulvérisations doivent être faites, la manière dont les traitements doivent être exécutés et sur les formules les plus efficaces et les plus économiques à conseiller. Pour être en mesure de remplir la tâche qui leur est confiée, elles doivent être à tout moment exactement renseignées sur l'état sanitaire des vignobles. Les postes d'observation, pourvus d'observateurs consciencieux, dévoués et compétents, sont chargés de fournir à la Station d'avertissements tous renseignements utiles concernant le vol des papillons et la marche des invasions. Les postes doivent être judicieusement distribués en se basant sur les caractères climatologiques, topographiques et géologiques des différentes régions. Le

fonctionnement normal de la Station d'avertissements dépend pour une bonne part de la valeur de ses chefs de postes.

Les buts poursuivis par les Stations d'avertissements sont de deux ordres différents :

1° Limiter le nombre des traitements afin d'éviter une perte de temps et un gaspillage de produits particulièrement précieux en période de disette;

2° Augmenter au maximum l'efficacité des traitements.

a. En fixant la date optimum d'application des traitements;

b. En conseillant l'emploi de formules ayant fait leurs preuves;

c. En donnant tous les renseignements nécessaires sur la technique des pulvérisations ou poudrages.

2° FIXATION DU NOMBRE DES TRAITEMENTS.

Le nombre des traitements à conseiller dépend de l'intensité de l'invasion. Il y a donc intérêt à déterminer à l'avance le degré de cette intensité. Cette détermination sera faite avec une précision suffisante en se basant :

a. Sur l'intensité de l'invasion de l'année précédente et plus particulièrement, sur celle de la dernière génération;

b. Sur le pourcentage des chrysalides hibernantes normales récoltées au cours de l'hiver;

c. Sur le nombre des papillons observés directement dans les vignes.

L'examen du matériel récolté au cours de l'hiver pourrait être fait à la Station de Zoologie agricole régionale qui comprend dans son ressort la Station d'avertissements; des renseignements intéressants seraient ainsi recueillis sur les auxiliaires de tous ordres, en particulier, sur les Hyménoptères et Diptères parasites ainsi que sur les champignons entomophytes.

L'observation directe du vol des papillons représente la méthode la plus sûre pour obtenir les résultats cherchés; malheureusement elle ne peut être faite que peu de temps avant l'application des traitements; on peut avoir une idée assez exacte de l'importance du vol en parcourant la vigne en plein jour et frappant la base des ceps avec un bâton ou avec le pied pour en chasser les papillons qui cherchent un abri dans le feuillage pendant le jour. Le degré d'intensité de l'invasion est évalué d'après le nombre des papillons observés sur un nombre de ceps déterminé.

3° DÉTERMINATION DE LA DATE DES TRAITEMENTS.

A. *Première génération.* — Le choix de la date devrait en principe être déterminé d'après la courbe de vol des papillons, courbe établie en tenant compte des renseignements journaliers communiqués par les différents postes d'observations. Il y a toutefois intérêt à attendre, pour effectuer la pulvérisation, que les boutons à fleurs soient écartés les uns des autres afin d'obtenir plus facilement la pénétration de la bouillie dans toutes les parties de la grappe. La date optimum du traitement, déterminée d'après la courbe de vol, ne coïncide pas toujours avec ce moment bien précis du développement de la grappe. Cependant il vaut mieux, à mon avis, tenir compte de cet état de développement

plutôt que du vol des papillons. C'est également l'opinion de MARCHAL, FEYTAUD, MOREAU et VINET. Un deuxième traitement sera appliqué, s'il y a lieu, huit à dix jours après le premier.

B. *Deuxième génération.* — La détermination de la date optimum du traitement doit être basée sur le vol des papillons ou sur l'examen direct de la ponte sur les grains raisin. Les œufs de Cochylis et d'Eudémis sont assez faciles à distinguer, même sans le secours d'une loupe, à la surface du grain. Le traitement doit être fait au moment de l'éclosion des premières chenilles ou quatre à cinq jours après le maximum de vol des papillons.

4° MÉTHODES DE TRAITEMENTS.

A. *Première génération.* — En cas d'invasion grave et même moyenne, les traitements combinés contre le mildiou et les vers ne sont pas à conseiller. En effet, ainsi que nous le verrons plus loin, la technique de pulvérisation contre le mildiou diffère essentiellement de celle des pulvérisations contre les vers, sauf dans le cas du mildiou de la grappe, mais celui-ci ne se manifeste guère qu'après la défloraison, c'est-à-dire au moment où la plupart des vers sont déjà parvenus au terme de la vie larvaire ou même, ont déjà abandonné en partie la grappe. Parmi les formules qui donnent les meilleurs résultats, on peut citer les suivantes :

1° Arséniate diplombique ou triplombique dit « naissant » : dose correspondant à 150 grammes d'As par hectolitre;

2° Arséniate d'alumine dit « naissant » : 500 grammes de poudre par hectolitre;

3° Cryolithe synthétique : 1 kilogramme par hectolitre.

Pour ces trois formules, il y a intérêt à ajouter du caséinate de chaux à raison de 50 grammes de caséine par hectolitre; la poudre de caséine est mélangée au double de son poids de fleur de chaux puis, malaxée sous l'eau.

En cas de faible invasion, on peut se borner à ajouter de l'arséniate de plomb aux bouillies cupriques utilisées pour le traitement contre le mildiou; mais en ce cas, il est recommandé de viser les grappes tout en pulvérisant l'ensemble du feuillage : c'est le traitement d'assurance conseillé par MOREAU et VINET.

L'arséniate d'alumine et la cryolithe ne doivent pas être employés en mélange avec la bouillie cuprique.

B. *Deuxième génération.* — La pulvérisation des grappes est plus difficile en été qu'aux mois de mai ou juin en raison du développement du feuillage; un effeuillage préalable facilite beaucoup le traitement. Les formules conseillées pour les traitements contre la première génération peuvent être également recommandées contre la deuxième; la dépense de liquide par hectare est sensiblement plus importante.

Parmi les poudres qui peuvent être recommandées contre les vers de la grappe on peut citer : celle de cryolithe à 15 p. 100 de produit actif; les poudres roténonées donnent également de bons résultats mais leur teneur en roténone doit être au moins égale à 0,65 p. 100. Les poudres à base de fluosilicate n'ont qu'une action insecticide insuffisante, tout au moins à la dose où elles sont habituellement employées.

La dose de poudre à employer à l'hectare est de 50 à 60 kilogrammes pour la poudre cryolithée et dans les vignobles du Beaujolais; dans les vignes à grande production du

Midi, la dose est notablement supérieure. Avec les poudres roténonées, la dépense est de 30 kilogrammes environ à l'hectare pour les vignobles du Beaujolais.

5° TECHNIQUE DES TRAITEMENTS.

L'insuffisance de résultats obtenus dans la pratique tient souvent bien plus à une technique défectueuse des traitements qu'à un manque d'efficacité de la bouillie employée. La destruction des chenilles de *Cochylis* et d'*Eudémis* ne peut être réalisée que si toutes les parties de la grappe sont bien mouillées par la bouillie.

Si on emploie l'appareil à dos d'homme ordinaire pulvérisant sous une pression de 2 kilogrammes environ, il est indispensable de bien viser les grappes ou tout au moins, de fouiller avec le bout de la lance l'intérieur du cep; il n'est pas possible en effet de faire pénétrer la bouillie dans toutes les parties de la grappe si l'on se contente de maintenir le bec de lance à une certaine distance des ceps comme on le fait ordinairement lorsqu'on pulvérise le feuillage de la vigne contre le mildiou. Ce n'est que lorsque les gouttelettes frappent avec une certaine force la grappe que la bouillie pénètre à l'intérieur. Lorsque la pression est plus élevée, lorsqu'on emploie par exemple les pulvérisateurs à pression préalable ou les appareils à bât ou à moteur, le travail peut être fait plus rapidement, le débit étant plus grand mais la dépense de liquide est assez importante ainsi qu'on a pu le voir au cours de l'application en grand effectuée en 1941 dans mon champ d'expériences de Saint-Genis-Laval. Un effeuillage préalable facilite beaucoup l'exécution du traitement, surtout en été.

Un procédé assez coûteux, mais qui permet de réaliser une excellente pulvérisation des grappes, a été employé il y a quelques années par M. LATOUR, propriétaire de grands crus de Bourgogne : les appareils utilisés sont de petits pulvérisateurs à pression préalable de faible contenance que l'on porte à la main et qui reposent sur le sol. Le traitement peut être effectué sans grande fatigue par la main-d'œuvre féminine. Les appareils sont munis d'une lance à interrupteur; ils sont chargés au moyen d'une bouteille d'air comprimé. Cette technique de pulvérisation n'est guère applicable que dans les vignobles de crus à faible rendement.

Les appareils à moteur pourvus de plusieurs jets tenus par des ouvriers ont été employés dans certains vignobles, notamment dans l'Anjou. La pulvérisation peut être réalisée sans grande fatigue et avec d'excellents résultats ainsi que MOREAU et VINET ont pu le constater.

Les appareils à traction animale ne sauraient être conseillés pour les traitements de la vigne contre la *Cochylis* et l'*Eudémis* en raison du trop grand nombre de grappes qui échappent au traitement, surtout lorsqu'on a affaire à des vignes qui ne sont pas conduites sur fil de fer et n'ont pas été effeuillées au préalable.

Conclusions générales.

1. Des variations assez importantes ont été enregistrées dans la température et l'état hygrométrique suivant que les observations ont été faites à l'intérieur ou en dehors des ceps, sur sol gazonné ou sous abri anglais; cependant les moyennes journalières et mensuelles ne varient que dans de faibles limites.

Entre les postes d'observations installés en différents points du vignoble beaujolais et lyonnais, on constate des différences assez grandes dans la température et le degré hygrométrique moyens ainsi que dans les moyennes de pluie mensuelles; ces différences ont leur répercussion sur le cycle évolutif de la Cochylis et de l'Eudémis et expliquent les variations parfois importantes enregistrées dans le vol des papillons.

Les observations poursuivies pendant trois ans ont montré que le vol des papillons de Cochylis de la génération de printemps est surtout conditionné par la température moyenne du mois de mars, celui des papillons d'Eudémis, par les conditions météorologiques qui règnent pendant les derniers jours de la vie nymphale. Le cycle évolutif de la Cochylis est beaucoup plus indépendant que celui de l'Eudémis vis-à-vis des conditions extérieures, et surtout, de la température ambiante.

2. D'une manière générale, le rôle des auxiliaires de tous ordres est moins important que celui des facteurs météorologiques dans la destruction naturelle de la Cochylis et de l'Eudémis.

Les Hyménoptères et Diptères parasites ne jouent qu'un rôle relativement peu important.

Aucune épidémie de nature bactérienne n'a pu être observée au cours des invasions de Cochylis et d'Eudémis; par contre, les mycoses sont fréquentes en hiver et la proportion des chrysalides détruites peut être importante. Parmi les champignons parasites observés, *Spicaria farinosa* var. *Verticilloides* est de beaucoup l'espèce la plus répandue. Une autre espèce, généralement connue comme parasite du Ver blanc, *Beauveria densa*, a été observée pour la première fois sur chrysalide de Cochylis en 1940. Enfin une nouvelle maladie à microsporidie a été observée sur Cochylis la même année; cette microsporidie appartient à une espèce et un genre nouveaux; elle a été décrite sous le nom de *Mesnilia legeri*; son rôle comme auxiliaire paraît assez réduit.

3. Parmi les insecticides susceptibles d'être utilisés contre les Tordeuses de la grappe, l'arséniate de plomb, l'arséniate d'alumine et la Cryolithe synthétique sont ceux qui donnent les meilleurs résultats. De toutes les poudres expérimentées contre les Vers de deuxième génération, celle à base de cryolithe (à 15 p. 100 de produit actif) est la plus active.

Il a été reconnu que les traitements avec bouillie insecticide seule sont préférables aux traitements mixtes avec bouillie à la fois fongicide et insecticide. L'arséniate d'alumine et la cryolithe ne peuvent d'ailleurs pas être associés aux bouillies cupriques.

L'époque la plus favorable pour les traitements contre la première génération peut être déterminée d'après l'état de la végétation; cette époque, correspond au moment où les boutons à fleurs se séparent les uns des autres.

Contre les vers de la génération d'été, l'époque du traitement est déterminée d'après la courbe de vol des papillons ou d'après l'observation de la ponte sur les grappes. Ce traitement doit être fait au moment où éclosent les premières chenilles ou quatre à cinq jours après le maximum de vol des papillons.

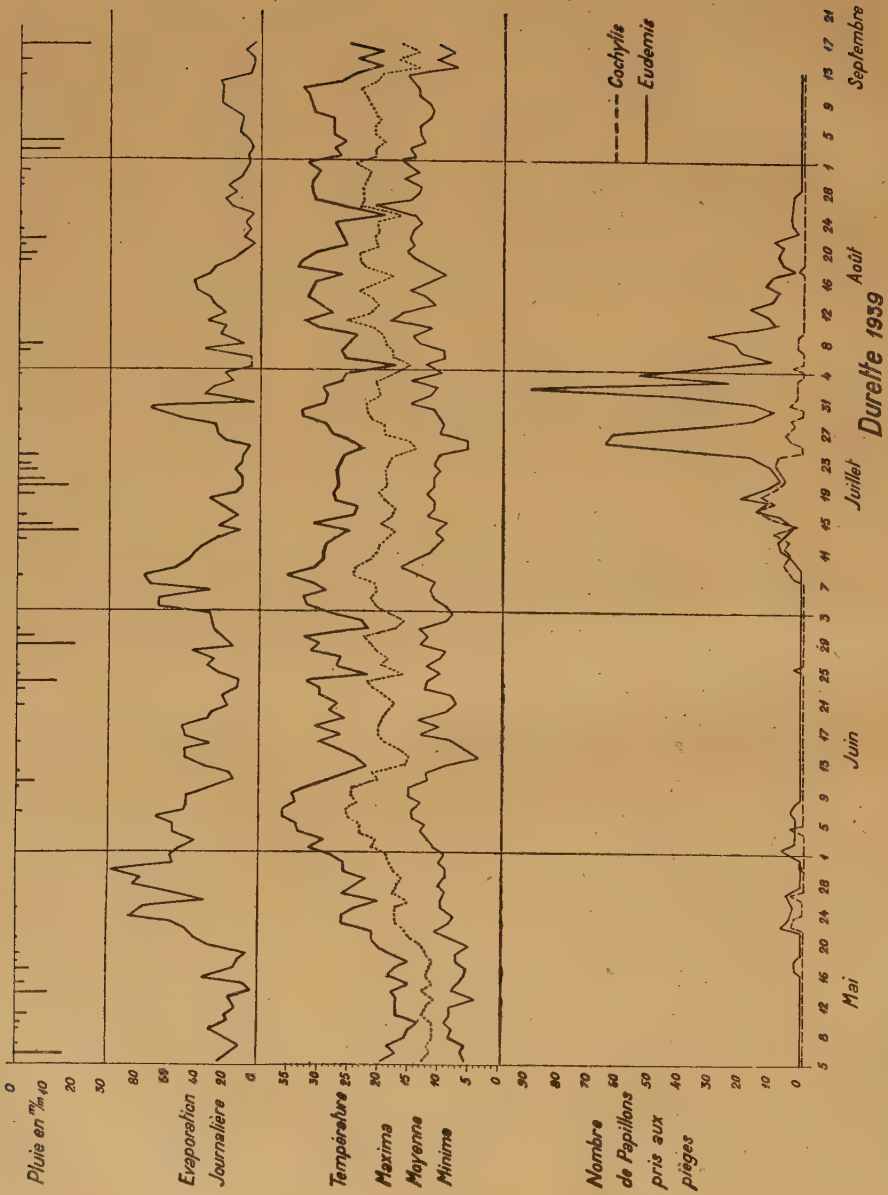


FIG. 1. — Relevé des observations météorologiques effectuées à Durette en 1939 et courbe de vol des papillons de *Cochylis* et d'*Eudemis*.

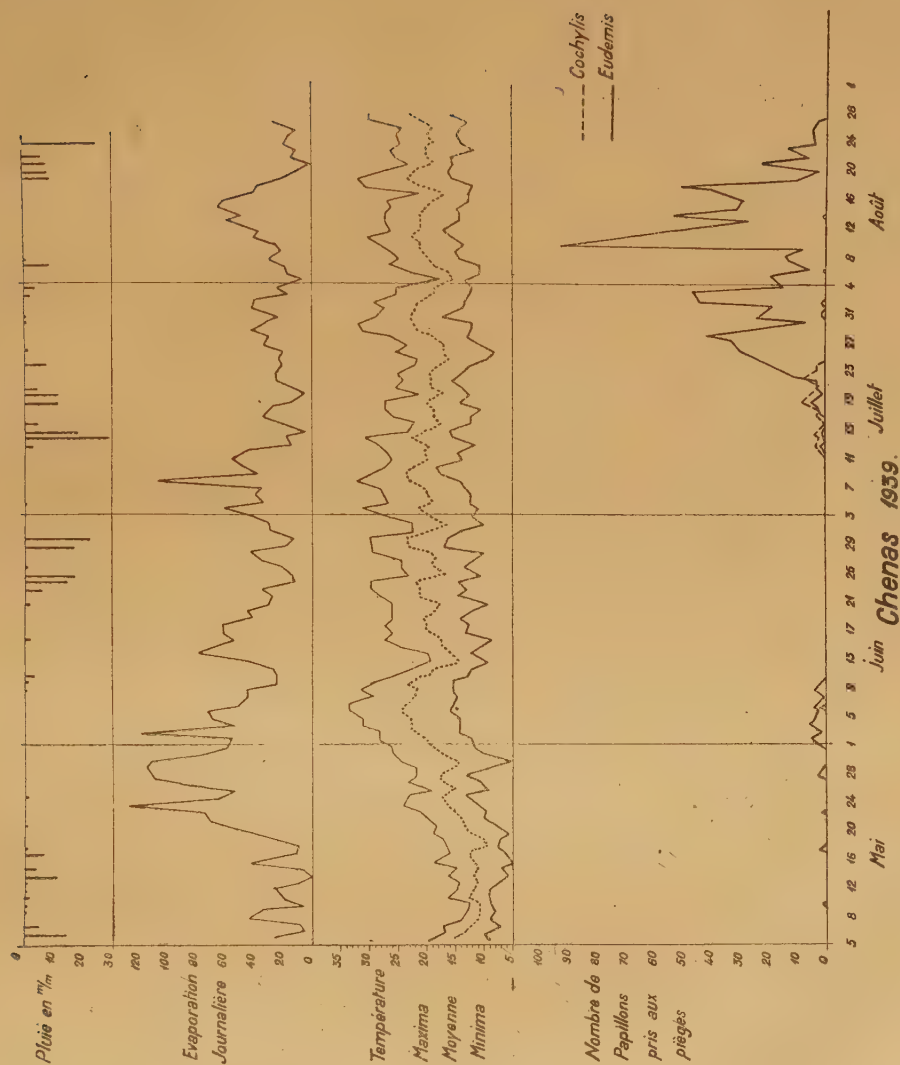


FIG. 2. — Relevé des observations météorologiques effectuées à Chénas en 1939 et courbe de vol des papillons de *Cochylis* et d'*Eudemis*.

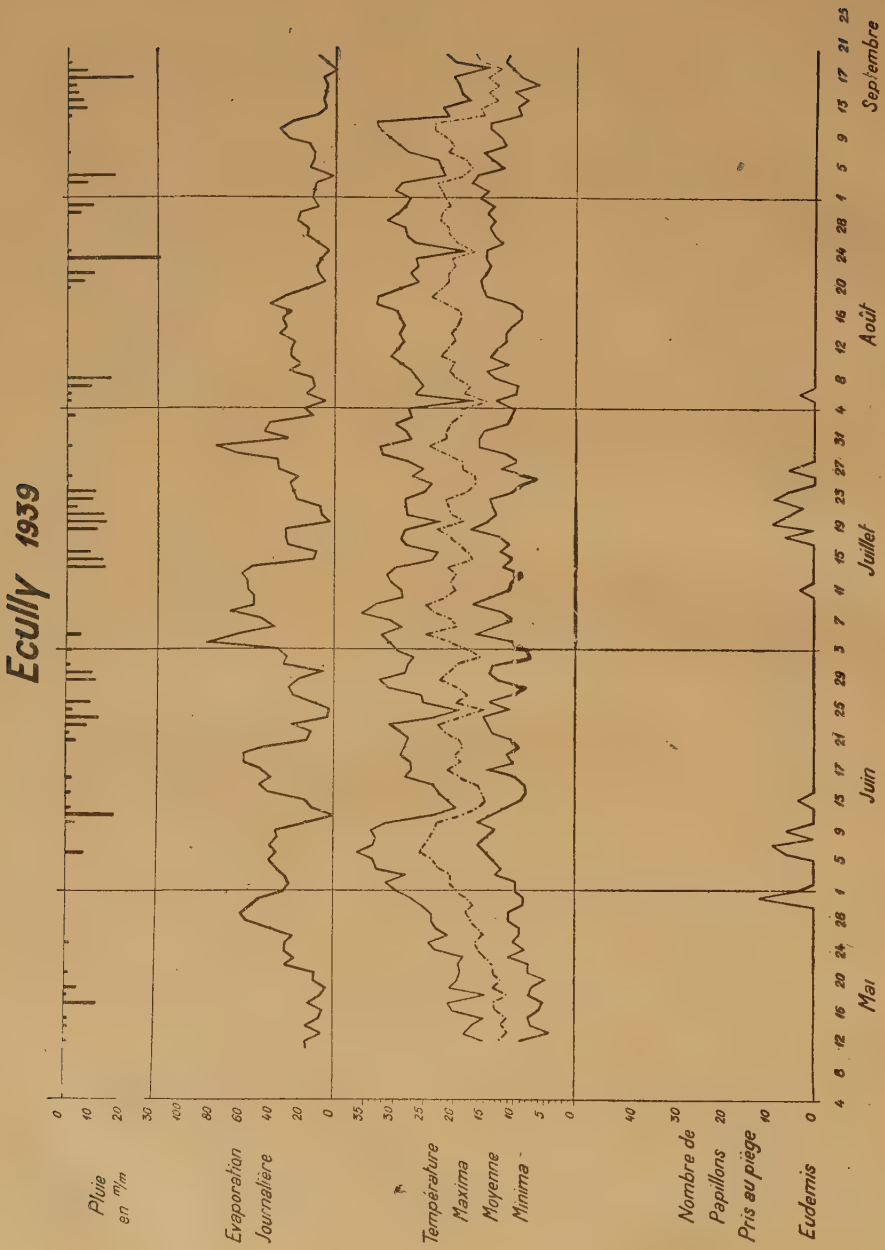
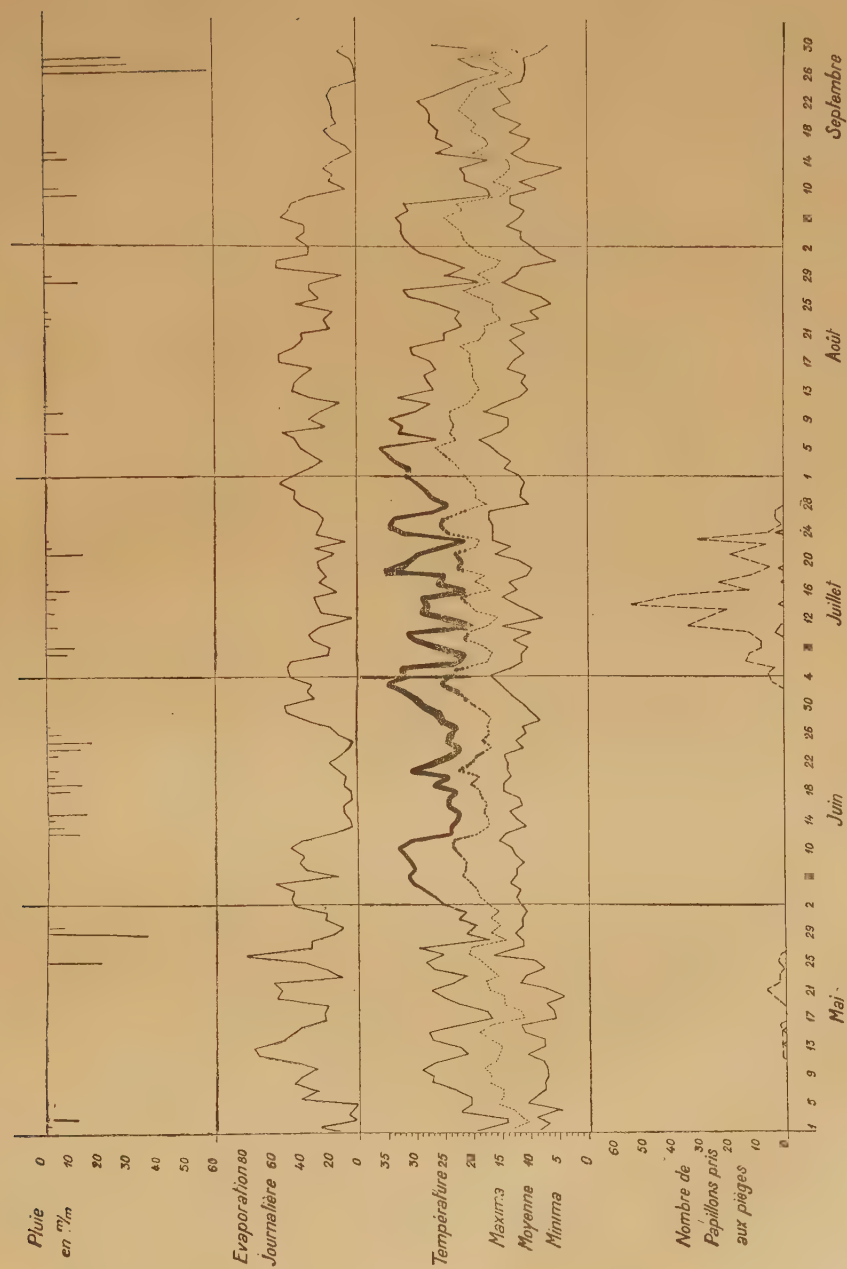
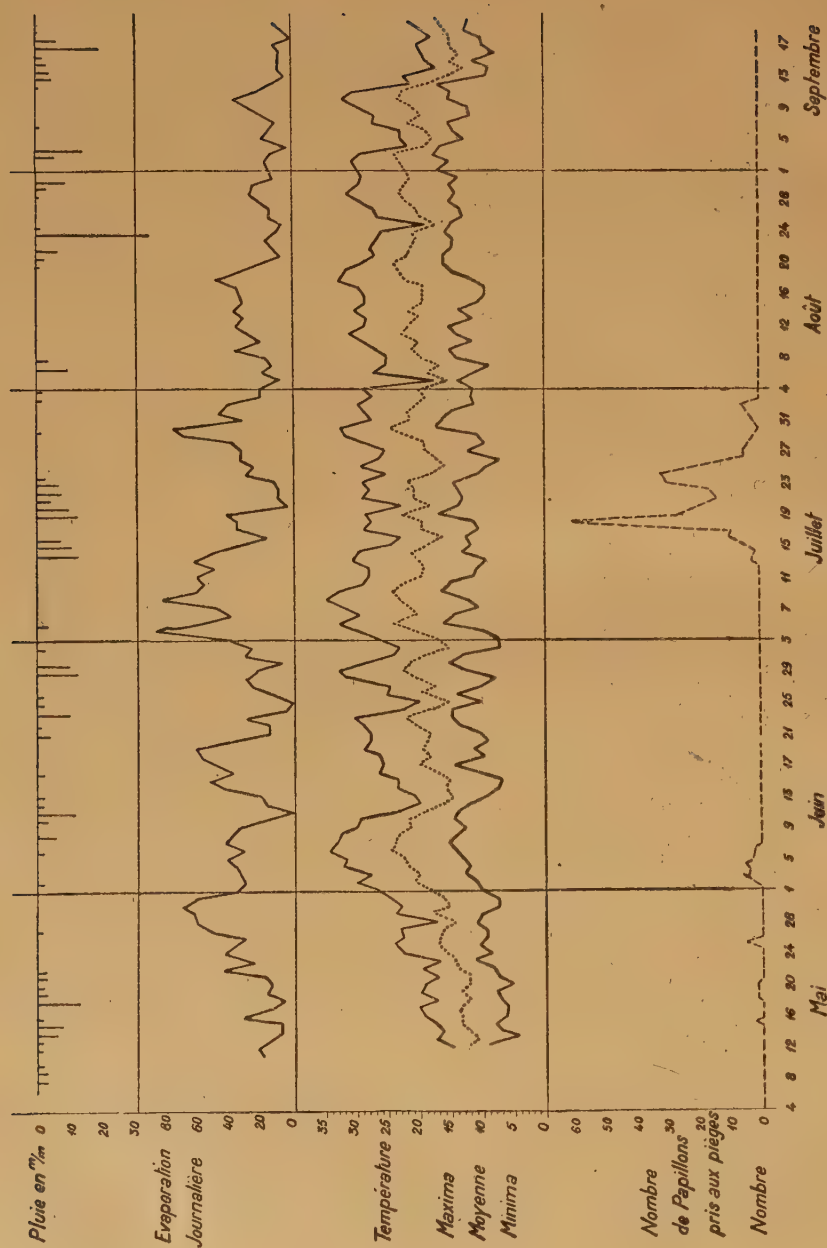


FIG. 3. — Relevé des observations météorologiques effectuées à Ecully en 1939 et courbe de vol des papillons de *Cochylis* et d'*Eudemis*.



St. Genis - Laval 1940

FIG. 4. — Relevé des observations météorologiques effectuées à la station de Saint-Genis-Laval en 1934 et courbe de vol des papillons de Cochylis et d'Eudémis.



St. Genis-Laval 1939

FIG. 5. — Relevé des observations météorologiques effectuées dans le champ d'expériences de la station de Saint-Genis-Laval en 1940 et courbe de vol des papillons de *Cochylis* et d'*Eudémis*.

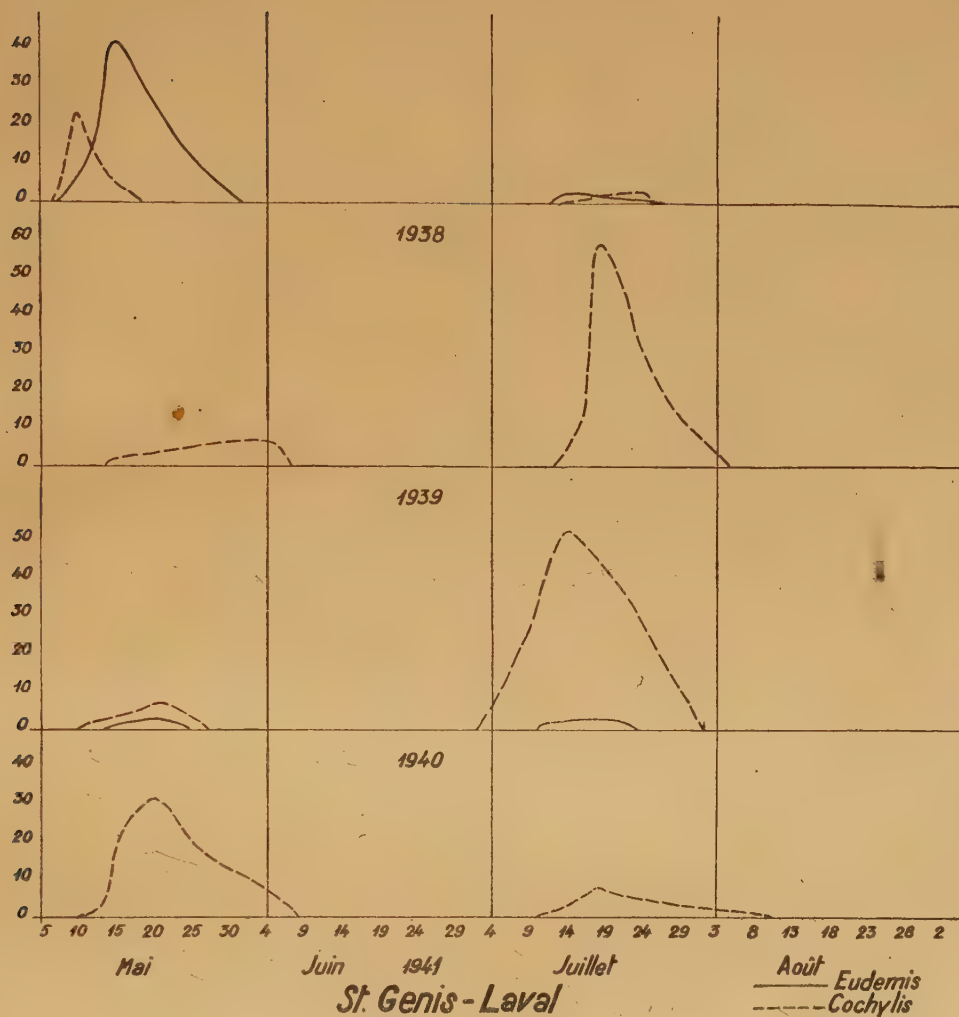


FIG. 6. — Courbes schématiques de vol des papillons de *Cochylis* et d'*Eudemis* établies d'après les captures effectuées dans le champ d'expériences de la station de Saint-Genis-Laval pendant les années 1938, 1939, 1940 et 1941.

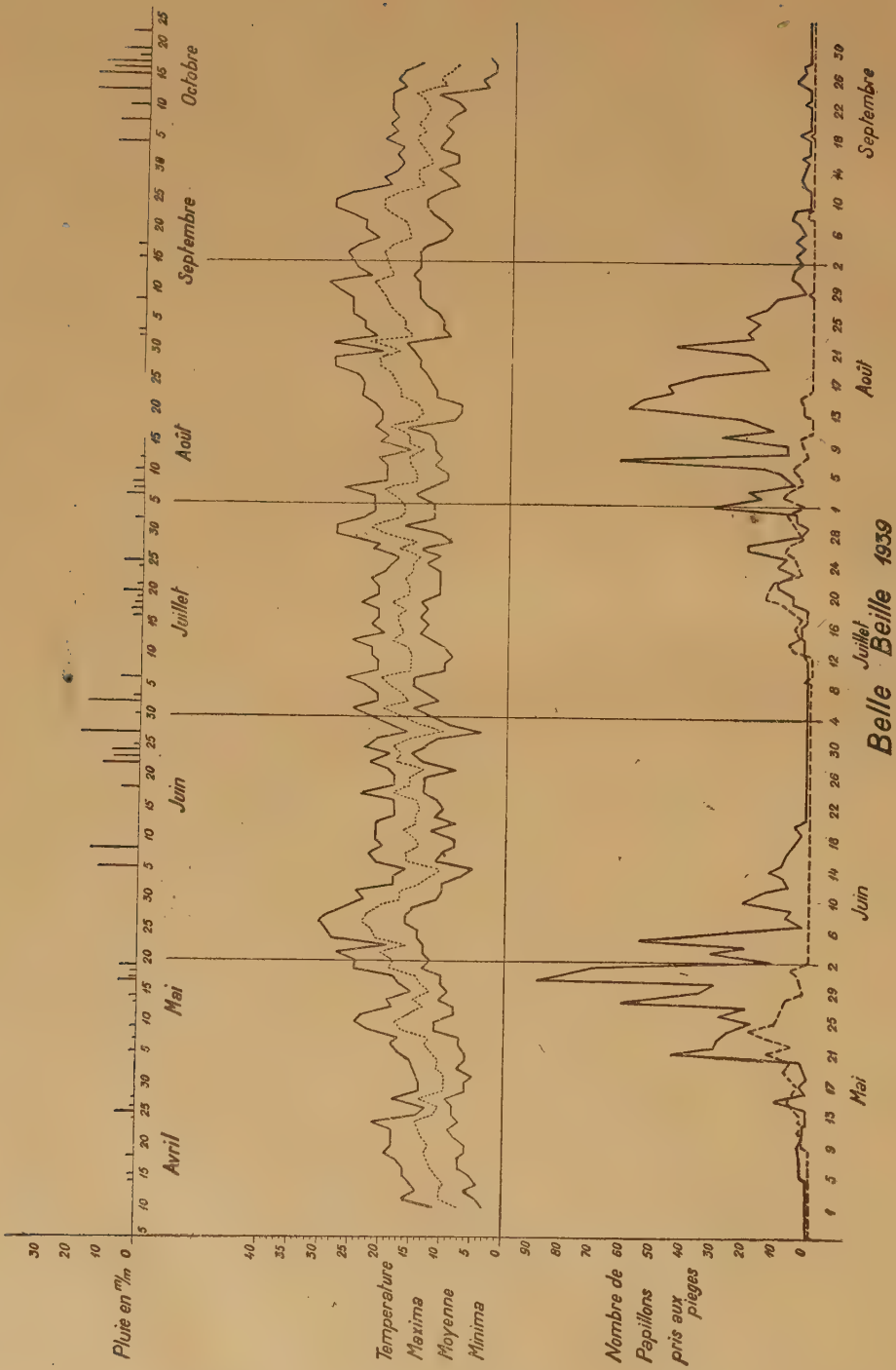


FIG. 7. — Courbe de vol des papillons de *Cochylis* et d'*Eudémis*, des températures moyennes journalières et hauteurs de pluie enregistrées en 1939 dans la région d'Angers, d'après MOREAU et VINET.

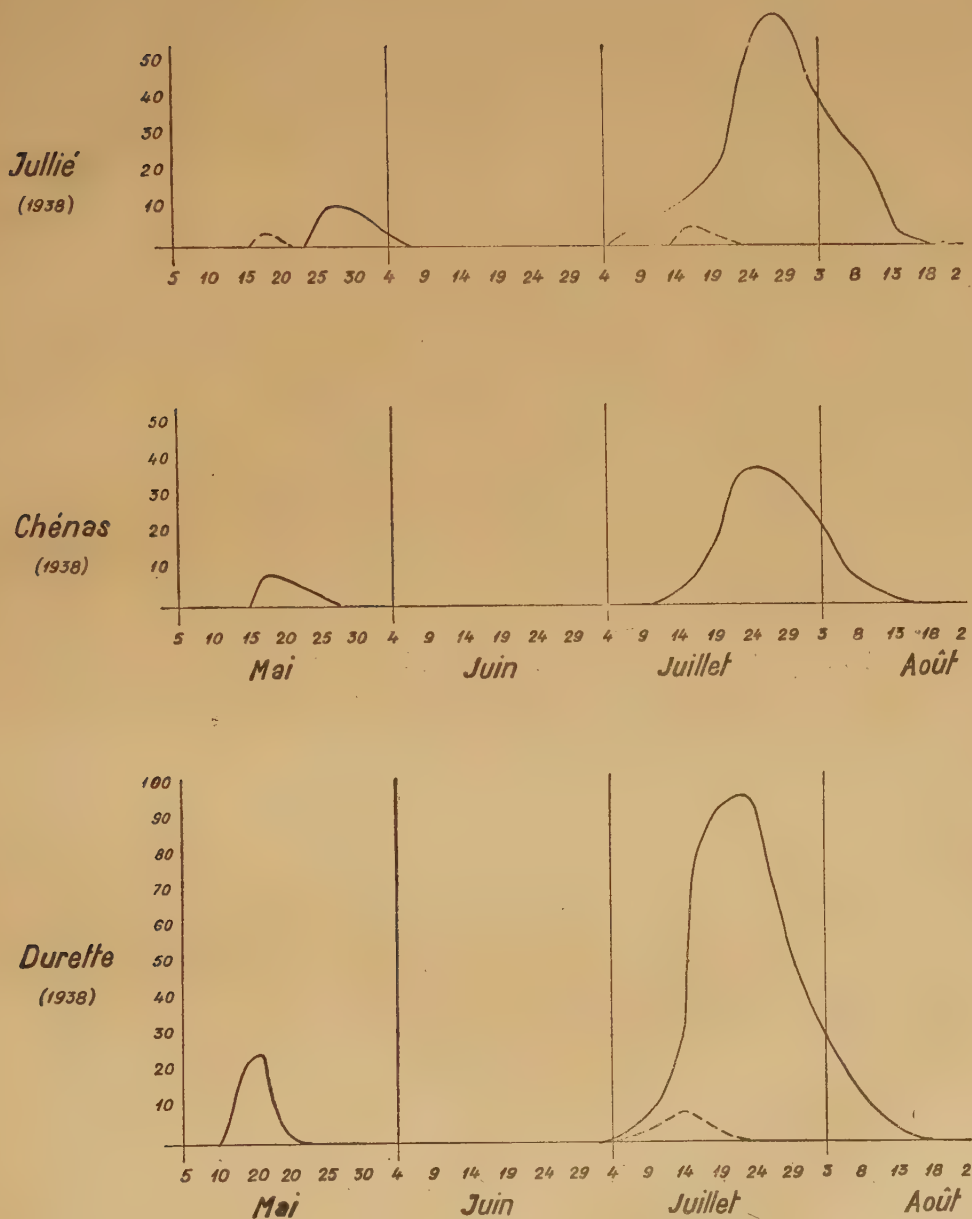


FIG 8 — Courbes schématiques de vol des papillons de *Cochylis* et d'*Eudemis* établies à Durette, Chénas et Jullié en 1939.

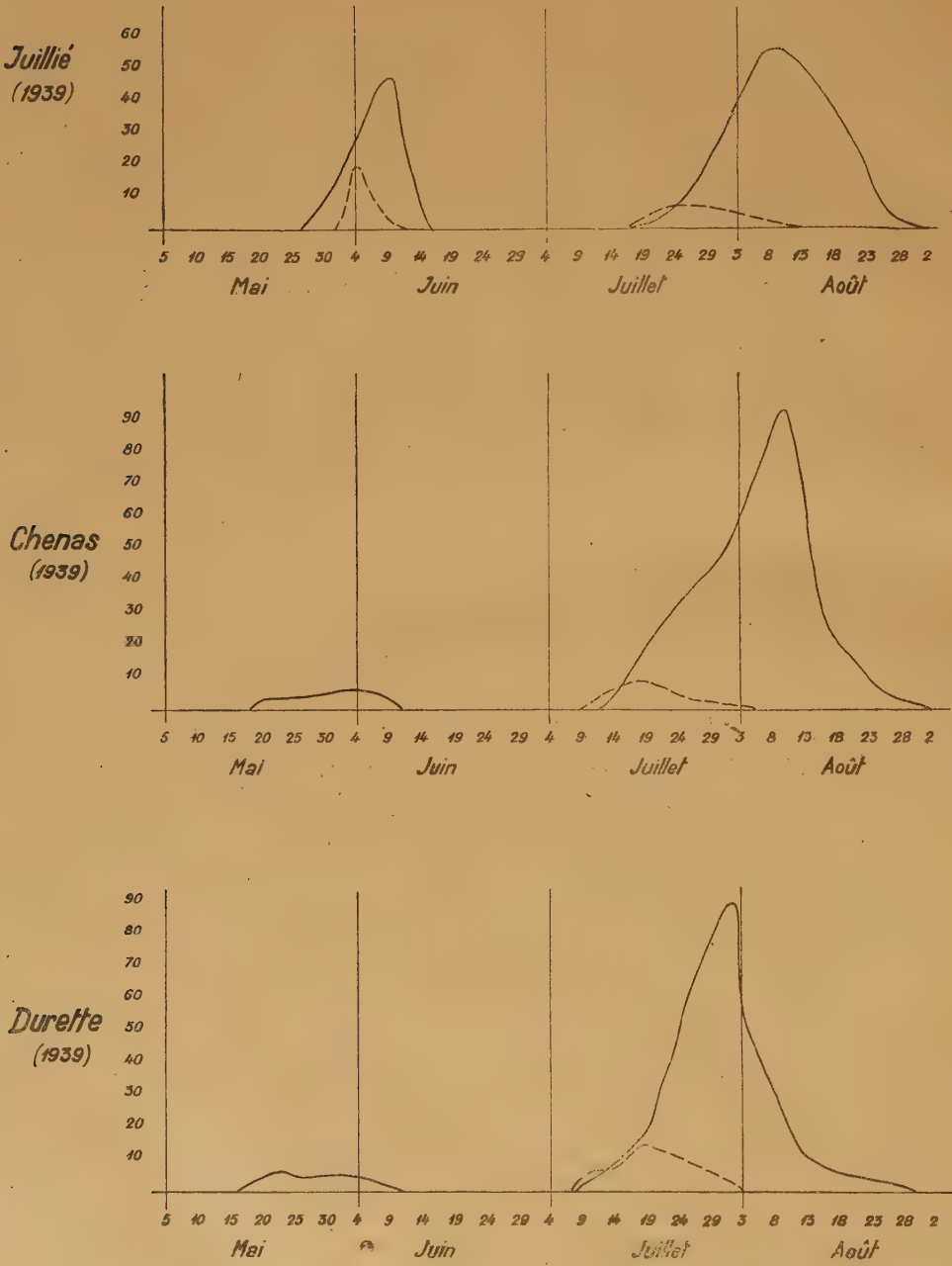


FIG 9. — Courbes schématiques de vol des papillons de *Cochylis* et d'*Eudémis* établies à Durette, Chenas et Jullié en 1938.

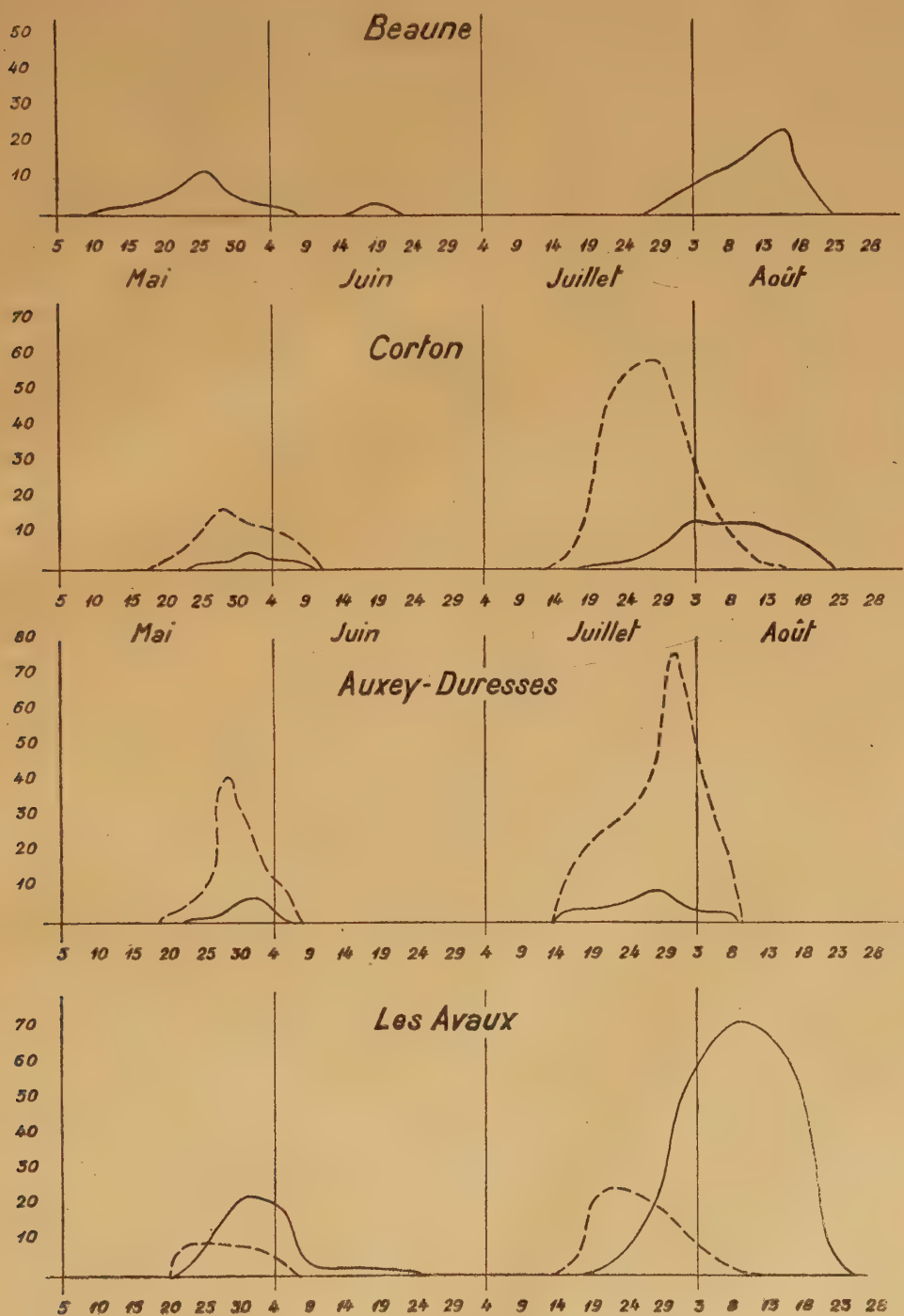


FIG. 10. — Courbes schématiques de vol des papillons de *Cochyliis* et d'*Eudémis* établis dans plusieurs vignobles de Bourgogne en 1939 (d'après SOULLIÉ).

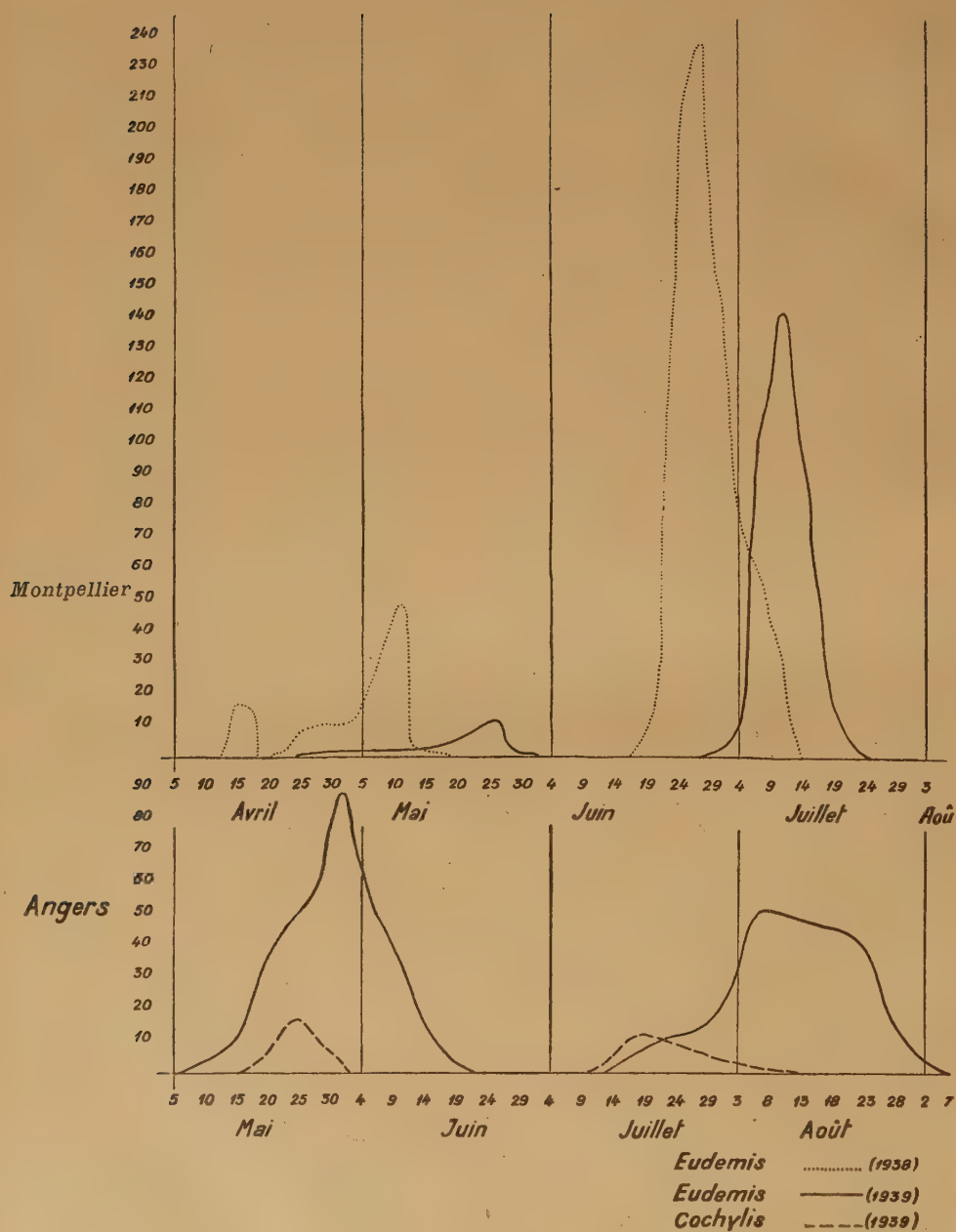


FIG. 11. — Courbes schématiques de vol des papillons de *Cochylis* et d'*Eudemis* établies dans les régions de Montpellier (d'après DELMAS) et Angers (d'après MOREAU et VINET).

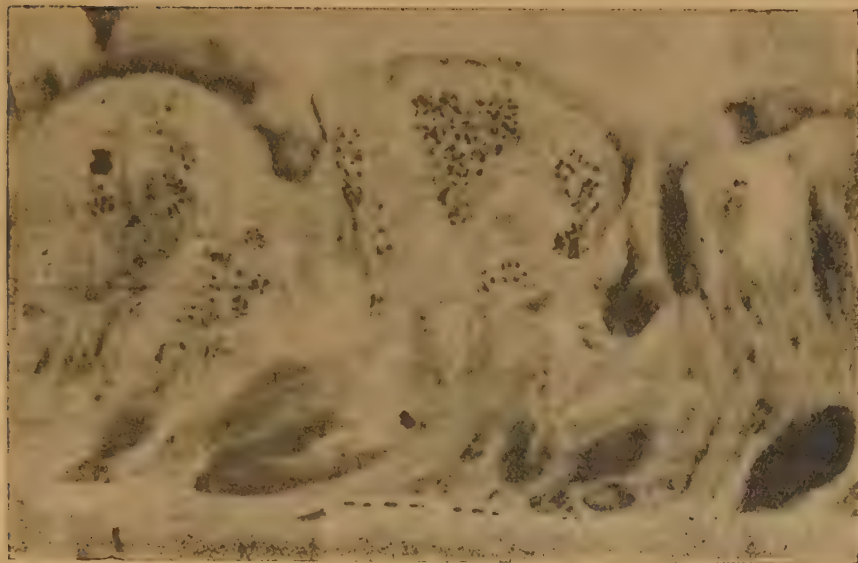


FIG. 12. — Spores de *M. legeri* dans les cellules épithéliales du tube digestif moyen d'une chenille de *Cochylis*.



FIG. 13. — Portion de la capsule génitale d'une chenille de *Cochylis* parasitée par *M. legeri*. Les cellules sexuelles de la loge centrale sont fortement parasitées et en parties détruites. La paroi pigmentée de la capsule comme les septa qui séparent les loges et qu'on distingue nettement dans la figure, sont aussi souvent parasitées.

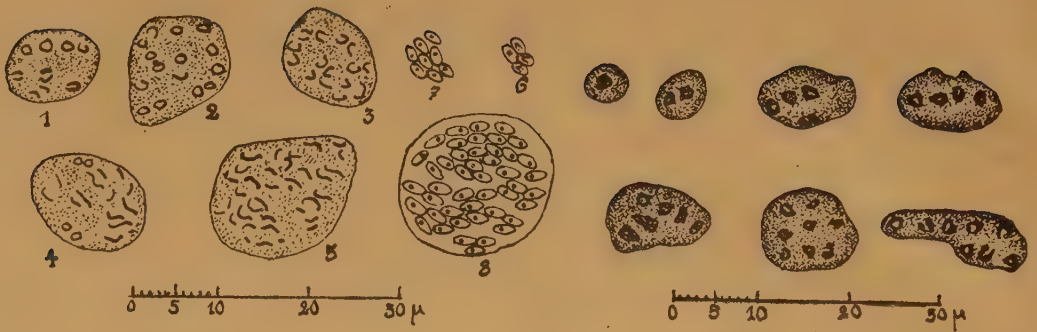


FIG. 14. — Stades de schizogonie de *Mesilia legeri* nov. gen. nov. sp ; stades bi- et multinucléés.

FIG. 15. — Stades de sporogonie et spores de *Mesilia legeri* ; 1-2 : noyau en forme de couronne ; 3-5 : couronnes nucléaires en voie de déroulement et en forme de virgule ; 6-8 : spores mures à un noyau ; 6 : tétraspoire ; 7 : octospore ; 8 : multispore.

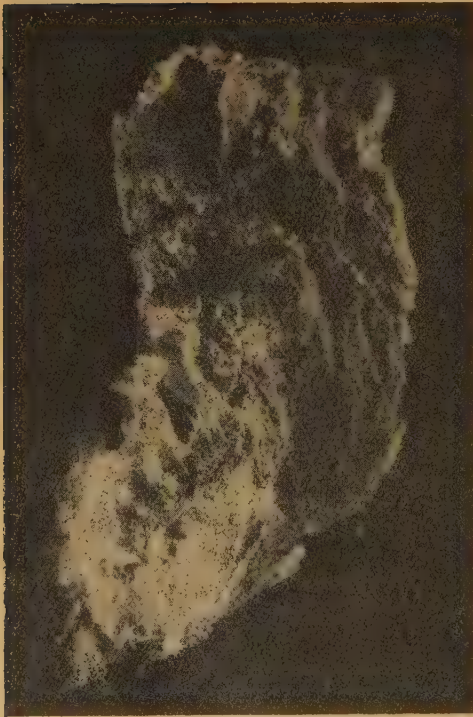


FIG. 16 et 16 bis. — Formes corémées de *S. farinosa* var. *verticilloides* sur chrysalides hibernantes de *Cochylis*.

FIG. 17. — Périthèces de *Melanospora parasitica* sur chrysalide de *Cochylis* parasitée par *S. farinosa* var. *verticilloides*.

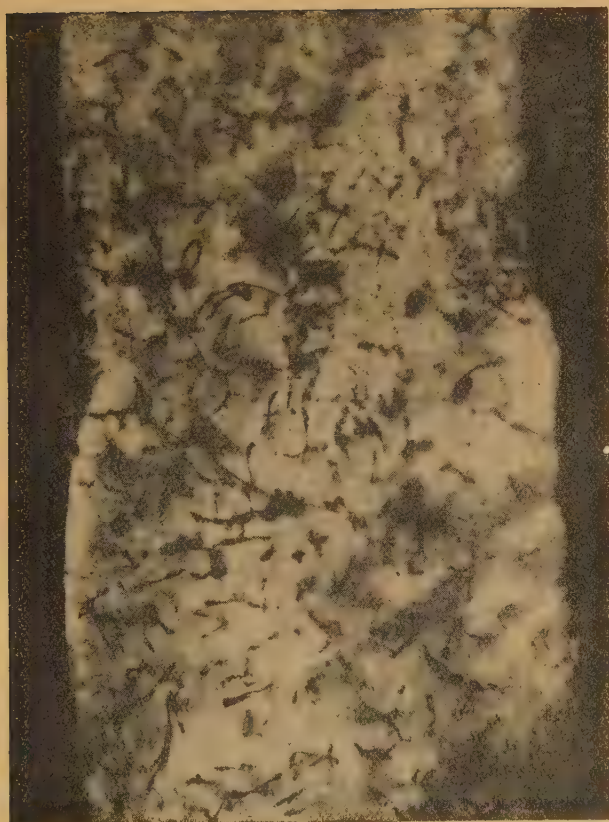


FIG. 18. — Périthèces de *M. parasitica* sur culture pure de *S. farinosa* var. *verticilloides*.



FIG. 19. — Filaments fructifères et conidies de *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* (d'après FRON).

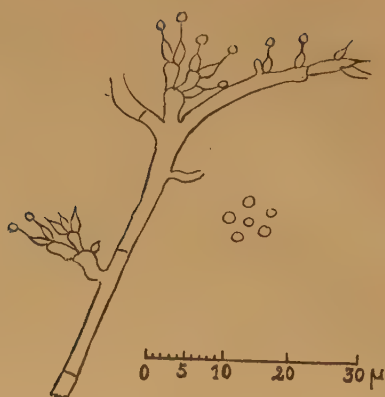


FIG. 20. — Filaments fructifères et conidies de *Beauveria bassiana* (d'après FRON).

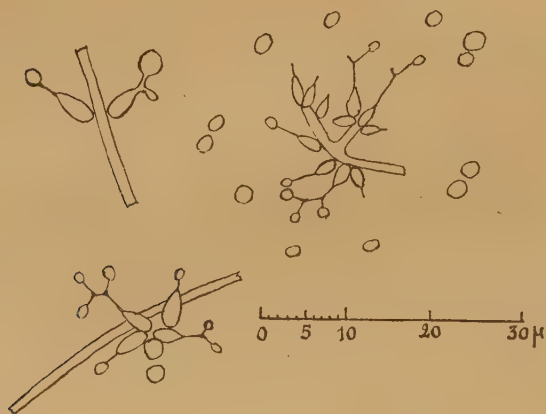


FIG. 21. — Filaments fructifères et conidies de *Beauveria densa* parasite de *Cochylis*.

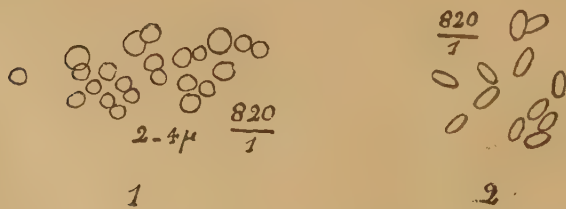


FIG. 22. — 1. Spores de Muscardine rouge (*Beauveria effusa*);
2. Spores de *B. densa* (d'après BEAUVIERE).



FIG. 23. — Filaments fructifères de *Verticillium heterocladium* (d'après FRON).

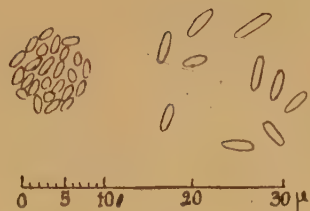


FIG. 24. — Amas de conidies et conidies isolées de *V. heterocladium* dans une vieille culture sur pomme de terre.

BIBLIOGRAPHIE.

- MARCHAL (P.). — Rapport sur les travaux accomplis par la mission d'étude de la Cochylis et de l'Eudémis pendant l'année 1911 (Monographie publiée sous les auspices du Ministère de l'Agriculture. Librairie polytechnique, Ch. Béranger, Editeur, Paris et Liège 1912).
- STELLWAAG (F.). — Die Weinbauinsekten der Kulturländer. (P. Parey, Berlin 1928.)
- CHATANAY (J.). — Les essais de piégeage lumineux en Champagne en 1911-1912. (*Ann. Epiph.*, t. I, p. 365-371, 1913.)
- FAES (H.). — Traitements effectués dans le vignoble vaudois en 1916 contre le Ver de la vigne (Cochylis), (Brochure de 23 pages, Imprimerie vaudoise, Lausanne 1917).
- FAES (C.) et STAEHELIN (M.). — Les traitements contre la Cochylis (Ver de la vigne) en 1921.
- FEYTAUD (J.). — Recherches sur la Cochylis et l'Eudémis dans le Bordelais en 1912. (*Ann. Epiph.*, t. I, p. 253-330, 1913.)
- FEYTAUD (J.). — Recherches sur la Cochylis et l'Eudémis dans le Bordelais en 1913. (*Ann. Epiph.*, t. II, p. 109-152, 1915.)
- FEYTAUD (J.). — Recherches sur la Cochylis et l'Eudémis dans le Bordelais en 1914 et 1915. (*Ann. Epiph.*, t. IV, p. 218-276, 1917.)
- FEYTAUD (J.). — Notes sur l'Eudémis et la Cochylis dans le Bordelais en 1916 et 1917. (*Ann. Epiph.*, t. V, p. 230-237, 1916.)
- FEYTAUD (J.). — Recherches sur l'Eudémis et la Cochylis dans le Bordelais en 1918 et 1919. (*Ann. Epiph.*, t. VIII, p. 323-338, 1921.)
- FEYTAUD (J.). — Essais de traitements arsenicaux tardifs contre l'Eudémis. (*Ann. Epiph.*, t. VI, p. 313-319, 1919.)
- FRON (G.). — Recherches sur les parasites végétaux de la Cochylis et de l'Eudémis. (*Ann. Epiph.*, t. I,

- MARCHAL (P.). — La Cochylys et l'Eudémis en 1912. (*Ann. Epiph.*, t. I., p. 248-252, 1913.)
- METALNIKOFF (S.). — Utilisation des méthodes bactériologiques dans la lutte contre les insectes nuisibles. (*C. R. Ac. Agr.*, t. 26, p. 77, 1940.)
- MOREAU (L.) et VINET (E.). — Évolution de la Cochylys et de l'Eudémis dans un vignoble de l'ouest de 1911 à 1932. Peut-on prévoir l'importance des invasions. (*Ann. Épiph.*, t. 18, pp. 250-258, 1932)..
- PAILLOT (A.). — Observations sur la Cochylys et l'Eudémis en Bourgogne pendant l'année 1912. (*Ann. Epiph.*, t. I, p. 339-358, 1913.)
- PAILLOT (A.). — Observations sur les champignons parasites des Insectes. (*Ann. Epiph.*, t. IV, p. 329-334, 1917.)
- PAILLOT (A.). — L'organisation de la lutte contre la Cochylys et l'Eudémis de la vigne. (*C. R. Ac. Agr.*, t. 26, p. 189-193, 1940.)
- PAILLOT (A.). — L'organisation de la lutte contre la Cochylys et l'Eudémis de la vigne (campagne 1940). (*C. R. Ac. Agr.*, t. 26, p. 867, 1940.)
- PAILLOT (A.). — La lutte contre la Cochylys et l'Eudémis de la vigne (campagne 1941). (*C. R. A. Agr.*, t. 26, p. 234, 1942.)
- PAILLOT (A.). — Rôle des facteurs microbiens dans la destruction naturelle de la Cochylys et de l'Eudémis de la vigne. (*C. R. Ac. Agr.* t. 27, p. 151, 1941.)
- PAILLOT (A.). — *Mesnilia legeri* nov. gen. nov. sp. parasite de la Cochylys de la vigne. (*C. R. Soc. Biol.*, t. 135, p. 1041, 1941.)
- PICARD (F.). — Rapport sur la Cochylys et l'Eudémis dans le Midi de la France. (*Ann. Epiph.*, t. I, p. 352-364, 1913.)
- SCHWANGART (F.). — Der Traubenwickler-Problem und das Programm der angewandte Zoologie. (*Mit. d. deutschen Weinbau-Vereins*, 1913.)
- SILVESTRI (F.). — Contribuzioni alla conoscenza degli insetti dannosi dei loro simboniti. III La Tignoletta dell'uva (*Polychrosis botrana* schif.) con un cenno sulla Tignola dell'uva (*Conchylis ambiguella* Hbn.). (*Boll. del lab. di Zool. gle e agr. della R. Sc. sup. d'agr. in Portici*. Vol. VI, p. 246-307, 1912.)
- SPRENGEL (L.). — Eine Schädlingstastrophe im pfälzischen Weinbau. (*Clysia ambiguella* Hbn.). (*Anz. f. Schäd.*, II Jahrg., 1926.)
- SPRENGEL (L.). — Massenaufreten und Grossbekämpfung des Heu-und Sauerwurms (*Clysia ambiguella* Hbn. u. *Polychrosis botrana* Schiff.) in der Pfalz. (*Verhandl. d. deutschen Gesellsch. f. angew. Entom.* E. V. auf der 6^e Mitgl. zu Wien von 28 sept. bis 2 octobre 1926, p. 37-44.)
- SPRENGEL (L.). — Studien über die Eiablage des einbindigen Traubenwicklers (*Clysia ambiguella* Hbn.) innerhalb eines Massenfluges. (*Vhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. angew. Entom.* E. V. auf 7^e Mitgl. zu München von 31 Mai bis 2 juni 1928, p. 42-49.)
- SPRENGEL (L.). — Untersuchungen über die Gradation des Heu-und Sauerwurmes (*Clysia ambiguella* Hbn. und *Polychrosis botrana* Schiff.) Problemstellung mit Berücksichtigung prinzipieller Fragen. (*Ztsch. f. angew. Entom.*, p. 436-456, 1927.)
- SPRENGEL (L.). — Versuche zur Vergiftung des einbindigen Traubenwicklers (*Clysia ambiguella* Hbn.) mit verschiedenen Arsenverbindungen. (*Wein u. Rebe*, 10 Jahrg. 16 p. 1928.)
- STELLWAAG (F.). — Forschungen über die Epidemiologie des Heu-und Sauerwurms (*Clysia ambiguella* Hbn. u. *Polychrosis botrana* Schiff.) (*Vorhandl. d. deutschen Gesell. f. angew. Entom.* E. V. auf der 6^e Mitgl. zu Wier von 28 sept. bis 2 oct. 1926, p. 17-28.)
- SPRENGEL (L.). — *Clysia ambiguella* Hbn. und *Polychrosis botrana* Schiff. im deutschen Weinbaugbiet. (*IV^e Intern. Congr. of Entom. Ithaca*, August 1928, Vol. II, p. 537-542, 1929.)
- VOUKASSOVITCH (P.). — Contribution à l'étude d'un champignon entomophyte *Spicaria farinosa* var. *verticilloides* (Fron). (*Ann. Epiph.*, t. 11, p. 73-106, 1925.)
- VOUKASSOVITCH (P.). — Contribution à l'étude des insectes parasites de l'Eudémis (*Polychrosis botran* Schiff.) et de la Pyrale de la vigne (*Oenophthira pilleriana* Schiff.). (*Ann. Epiph.* t. II, p. 107-120, 1925.)

UNE BACTÉRIOSE DE LA TOMATE

NOUVELLEMENT OBSERVÉE AU MAROC.

(PHYTOMONAS MICHIGANENSIS [E. F. SMITH] BERGEY ET ALL.)

par G. BERGER,

Inspecteur adjoint de la défense des végétaux, Casablanca.

En mai 1937 un maraîcher des Soualem Trifia (Chaouïa) nous présentait un fruit de tomate portant une multitude de petits chancres superficiels blanchâtres qu'un examen plus approfondi nous permettait de rapprocher de ceux d'*Aplanobacter michiganense* E. F. SMITH, décrits par Miss BRYAN aux Etats-Unis.

Une visite dans la plantation nous permit de constater que quelques rares plants seulement portaient des fruits ainsi atteints et l'extension de notre inspection aux exploitations voisines ne révéla aucune autre trace de la maladie. Cette affection ne fut d'ailleurs pas retrouvée au printemps 1938 au cours d'une nouvelle prospection.

Une bactérie isolée à partir des chancres des rares fruits atteints en 1937 a été cultivée et étudiée. Conservées jusqu'à mai 1938, c'est-à-dire un an, des souches de cette bactérie ont été remises en végétation et sont le point de départ des essais et observations qui font l'objet de la présente note.

Historique.

Sous le nom de « maladie des Grands Rapides »⁽¹⁾, SMITH a étudié en 1909 une maladie de la tomate qui causait un flétrissement des plants ayant beaucoup de ressemblance avec celui que provoque sur la même plante le *Phytomonas solanacearum* (E. F. SMITH) BERGEY et ALL. Il a nommé l'agent de cette maladie *Aplanobacter michiganense* et il en a donné

⁽¹⁾ Nom tiré d'une région des Etats-Unis où la maladie a été étudiée.

les principaux caractères cultureux et biologiques. Cette maladie fut retrouvée par la suite dans divers états d'Amérique du Nord. Miss BRYAN a décrit en 1920, une tache-ture des fruits de tomate qu'elle attribue au même parasite.

En Europe, SPECKERMAN, en 1910, a décrit brièvement une maladie de la pomme de terre dont l'agent serait, d'après SMITH identique à *Aplanobacter michiganense*.



FIG. 1. — *Phytonomas michiganensis* (SMITH) Bergey et All. Un fruit avec chancre blanc.
Récolte 1937.

(Cliché Défense des végétaux, Casablanca.)

Depuis, ce parasite aurait été observé en France, en Allemagne, en Espagne, en Italie et en Angleterre. Il n'aurait cependant jamais été signalé en Afrique du Nord.

Description de la maladie.

Les caractères décrits ci-après sont ceux qui sont apparus expérimentalement lors de nos essais. Les chancres des fruits obtenus ont bien été en tout point identiques à ceux qui ont été observés en 1937 dans les cultures. L'infection de plants de tomates d'âges différents a fait apparaître une diversité de caractères qu'il nous a paru utile de relever.

Altération de la tige. — La surface de la tige ne porte en général aucune trace d'altérations particulières. Sur un certain nombre de plants expérimentés nous avons pu observer cependant la formation de chancres blancs légèrement proéminents de formes irrégulières et parfois très étendus. Ces chancres sont apparus exceptionnellement denses sur les repousses nées à la base de jeunes plants dont la tige principale était déjà desséchée, et autour des points d'inoculation.

Sous l'épiderme gris et desséché de ces chancres quelques couches de tissus corticaux et libériens sont désorganisés et imprégnés d'un mucus bactérien pigmenté de jaune.



FIG. 2. — *Phytomonas michiganensis*. Groupe de chancres blancs 5 jours après inoculation en surface.

(Cliché Défense des végétaux, Casablanca.)

Le fendillement longitudinal de la tige survient quelquefois sur les jeunes plants atteints. Les crevasses larges et profondes correspondent à une désorganisation latérale des tissus dans l'axe d'un groupe de vaisseaux.

L'altération des tissus libero-ligneux et médullaires de la partie inférieure de la tige est à peine apparente si ce n'est par une légère pigmentation jaune des groupes de vaisseaux. Il n'en est plus de même des tissus de la partie supérieure de la tige, dès l'apparition des premiers symptômes de flétrissement. Ici, enfermés dans l'enveloppe corticale, les tissus sont désorganisés et fortement pigmentés de jaune.

Altération des feuilles. — Le feuillage des plants atteints flétrit à partir de la base. Ce flétrissement est souvent unilatéral jusqu'au sommet, les feuilles de l'une des faces flétrissent et retombent alors que celles de la face opposée restent bien vertes et tur-

gescentes. Le même caractère se retrouve sur la feuille et l'on peut souvent observer le flétrissement unilatéral des folioles.

La face inférieure des feuilles porte parfois en surface des principales nervures des chancres blancs identiques à ceux de la tige. Ces dernières altérations n'ont été observées que sur les feuilles des repousses nées à la base des plants atteints et déjà desséchés au sommet.

Sur les plants atteints tardivement et en cours de production, il ne se produit pas



FIG. 3. — *Phytomonas michiganensis*. Fruit recouvert de chancres blancs
25 jours après inoculation en surface.

(Cliché Défense des végétaux, Casablanca.)

de flétrissement bien net du feuillage. La végétation est arrêtée sur ces plants. Les bourgeons se dessèchent mais la tige et le feuillage restent turgescents assez longtemps.

Altération du fruit. — Les petits chancres blanchâtres sont le meilleur caractère distinctif de la maladie sur le fruit. Ces chancres sont pustulaires, légèrement proéminents; ils mesurent 1 à 2 millimètres de diamètre et sont souvent groupés en très grand nombre sur l'une des faces du fruit.

Le chancre du fruit débute par un point blanc à peine perceptible constitué par l'altération et le décollement d'un petit groupe de cellules sous l'épiderme. Celui-ci atteint par la suite, se soulève légèrement et forme une pustule dont le sommet se dessèche et prend une teinte jaune. La formation d'une petite cavité dans les tissus nécrosés provoque l'affaissement du sommet de la pustule et son crevassement.

Par la suite le dessèchement progressif des tissus nécrosés détermine la formation de cette croûte blanchâtre assez épaisse, bien adhérente qui caractérise définitivement le chancre. Sous cette croûte quelques couches de cellules sont désorganisées ; leur contenu visqueux, peu coloré est envahi de bactéries. Nous avons très rarement remarqué un exsudat en surface de ces petits chancres.

L'altération de la pulpe est en général peu profonde au-dessous des chancres, 0,5



FIG. 4. — *Phytomonas michiganensis*. A gauche deux plants inoculés par les racines au moment du repiquage 36 jours après. A droite : plant témoin.

(Cliché Défense des végétaux, Casablanca.)

à 1 millimètre. Le développement des fruits atteints est un peu réduit mais leur maturation est apparemment normale.

Ces chancres résultent exclusivement d'infections directes, locales. L'infection des fruits, à partir du plant malade, par la progression de la bactérie à travers le tissu conducteur n'a jamais, dans nos essais entraîné la formation de chancres à leur surface. Ce n'est qu'en examinant la pulpe de ces derniers à partir de leur base que l'on peut observer l'envahissement bactérien parfois très prononcé le long des cordons vasculaires jusqu'aux graines.

Parasite.

La bactérie isolée des chancres des fruits, et cultivée en vue de nos essais a été étudiée aux fins d'identification⁽¹⁾.

Caractères morphologiques — Cette bactérie se présente sous forme de courts batonnets, isolés, aux extrémités arrondies, immobiles. Ceux-ci se colorent nettement, mais un peu plus fortement vers les poles, par la fuschine de ZIEHL et le violet de gentiane. Leurs dimensions observées après traitement aux colorants ci-dessus sont $0,7 - 1,1 \mu \times 0,4 - 0,5 \mu$.

Ils sont positifs à la méthode de GRAM, et ne sont pas acide-résistants. Il n'a pas été observé de spores.

Caractères culturaux (température 25°).

a. Sur bouillon ordinaire ou à l'extrait de bœuf, les cultures sont très grêles, avec léger trouble vers la partie supérieure après cinq à huit jours; pas de voile.

b. Sur gélose ordinaire ou à l'extrait de bœuf, les colonies sont convexes, lisses, brillantes, à bord entier, à croissance très lente, de teinte jaune pale devenant jaune soleil après quelques jours: de consistance légèrement visqueuse.

c. Sur cylindres de pomme de terre stérilisée, la croissance est plus rapide, la culture jaune très pale au début, devient jaune soleil après trois à quatre jours; le support brunit.

d. Sur gélatine ordinaire ou à l'extrait de bœuf la croissance est très lente en surface, nulle en profondeur; la liquéfaction extrêmement lente au début ne devient bien nette en surface qu'après vingt-cinq jours à un mois.

Propriétés biochimiques.

a. En culture sur les géloses sucrées suivantes: glucose, maltose, mannite, saccharose, levulose, cette bactérie a produit faiblement des acides; elle n'en a pas produit avec le lactose.

b. Elle ne produit pas de gaz en eau peptonée lactosée.

c. Elle produit quelques traces d'ammoniaque en bouillon ou en gélose.

d. En eau peptonée, elle n'entraîne aucune apparition d'indol.

e. Elle ne produit pas d'hydrogène sulfuré sur gélose au plomb.

f. Le lait écrémé seul n'est pas coagulé après trente jours. Un anneau jaune qui va s'épaississant apparaît dans les premiers jours en surface, le lait lui-même vire au jaune et un dépôt de même teinte se forme au fond du tube. La coagulation ne survient qu'après plus de deux mois.

g. Le lait tournesolé vire du bleu au gris après dix jours et au jaune clair ensuite après réduction totale du tournesol. Formation d'un anneau jaune en surface et d'un dépôt de même teinte au fond de la culture.

(1) Cette identification a été réalisée avec le concours de M. le Docteur BERNIER, Médecin bactériologiste à l'hôpital militaire de Casablanca. Nous sommes heureux de l'assurer ici de l'expression de notre respectueuse gratitude.

h. Température optimum de développement 22 à 25° C. Au dessous l'évolution des cultures est sensiblement réduite vers 14° et devient nulle vers 6° C.; au-dessus le même ralentissement est observé vers 30-32° C.; à 38° C. l'évolution est presque nulle.

Les caractères et propriétés décrits ci-dessus paraissent nettement se rapporter à *Phytomonas michiganensis* (E. F. SMITH) BERGEY et ALL.

Infection.

Les essais que nous avons réalisés à Casablanca avaient pour but essentiel de reconnaître le comportement biologique de ce parasite et d'essayer d'en tirer d'utiles indications pour l'avenir dans le cas où la maladie s'étendrait dans les cultures de tomates.



FIG. 5. — *Phytomonas michiganensis*. Flétrissement unilatéral sur un jeune plant inoculé par les racines au moment du repiquage, 25 jours après.

(Cliché Défense des végétaux, Casablanca.)

Virulence du parasite. — Deux souches conservées depuis mai 1937, l'une sur pomme de terre stérilisée, l'autre sur lait seul stérilisé, à une température ayant varié de 10 à 24° C., ont été en mai 1938, le point de départ des cultures qui nous ont servi par la suite.

L'emploi de ces souches âgées s'est montré très tôt d'un grand intérêt. Après une série de repiquages consécutifs alternativement sur gélose ordinaire et sur pomme de terre stérilisée, les cultures obtenues se sont développées normalement; quelques caractères mis en évidence aussitôt permirent d'établir la parfaite identité de la bactérie cultivée avec celle qui avait été isolée en 1937. La virulence de cette bactérie conservée depuis plus d'un an restait cependant à contrôler; elle se révéla d'un degré exceptionnellement élevé au cours d'infections expérimentales sur fruits.

Des fruits aspergés avec une suspension de bactéries se sont recouverts trois jours après, d'une multitude de petites taches blanches que l'examen révéla être bactériennes et dues à la bactérie ensemencée.

D'autres essais d'infection des fruits soit avec des bactéries provenant de nos souches de 1937, soit avec d'autres provenant d'isolement effectués à partir de nouveaux chancres produits en 1938 nous confirmèrent le parasitisme de cette bactérie, ainsi qu'une virulence d'un degré à peu près égal de nos cultures.

Mode d'infection. — La pénétration de la bactérie par l'un quelconque des organes de la plante assure en général l'infection de celle-ci.



FIG. 6. — *Phytomonas michiganensis*. A droite et à gauche : plants inoculés par les racines au moment du repiquage, 25 jours après. Au centre : plant témoin.

(Cliché Défense des végétaux, Casablanca.)

Cette infection peut être réalisée sans le concours de blessures épidermiques. Sur fruits notamment les ensemencements de bactéries en surface d'un épiderme net de toute altération, ont donné des résultats aussi bons et aussi rapides que ceux qui ont été réalisés par piqûres.

L'aspersion des racines du jeune plant, au moment du repiquage à l'aide d'une suspension de bactéries, a toujours donné des résultats positifs. La reprise et la végétation de ces plantes infectés est normale durant les douze à quinze jours qui suivent; leur enracinement est apparemment parfait. Après ce temps on observe un ralentissement de la végétation, un jaunissement général puis enfin le flétrissement des feuilles. Un mois après le repiquage la plupart de ces plants sont morts.

L'inoculation des plants par dépôt de bactérie en surface des plaies résultant de pincement de feuilles ou bourgeons nous a donné les mêmes résultats qui ont été cependant parfois un peu plus lents à se manifester. Il en a été de même des inoculations par piqûre ou dépôt simples sur les diverses parties de la tige.

Ces diverses formes d'inoculation sont celles qui se produisent le plus fréquemment dans la nature. Ce sont surtout des piqûres d'insectes, les pincements, les blessures



FIG. 7. — *Phytomonas michiganensis*. Crevasses longitudinales de la tige sur un plant inoculé au moment du repiquage.

des racines au moment du repiquage et des sarclages que nombre d'observateurs ont pu rendre responsables de la propagation de ces maladies bactériennes.

Durée d'incubation (température 22° — 30° C.).

La durée d'incubation et le degré de développement de la maladie dépendent essentiellement de l'âge de la plante-hôte ou des organes infectés. Sur jeunes plants les premiers symptômes sont apparus en général quinze à vingt jours après inoculation, quel que soit le lieu de celle-ci. Sur plants âgés cette période d'incubation est plus prolongée ; il nous est arrivé d'examiner des plants inoculés depuis deux mois qui ne présentaient à l'extérieur aucun caractère apparent de la maladie ; cependant les tissus de la tige étaient déjà fortement désorganisés par la bactérie. C'est sur jeunes fruits que la période

d'incubation est la plus courte; les petites taches blanches ont pu être observées sur des fruits de la grosseur d'une noix et plus gros même, trois jours après l'ensemencement simple en surface.

Sur les fruits bien développés ou qui commencent à virer, nous n'avons jamais pu reproduire directement la maladie.

Transmissibilité du parasite par les graines. — Il semble bien, ainsi que tendent à le montrer les observations suivantes, que la maladie puisse être transmise par la graine.

Les chancres bactériens qui évoluent en surface des fruits et résultent exclusivement d'infections directes n'entraînent pas en général une altération profonde de la pulpe. Sous la pustule sèche celle-ci est désorganisée sur 0,6 à 1 millimètre de profondeur; au delà elle ne présente plus aucune trace d'altération, sinon parfois à maturité. Mais les graines restent pratiquement à l'abri de cet envahissement.

Il n'en est pas de même pour les fruits portés sur des plants atteints. L'envahissement des tissus et leur désorganisation, notamment à la partie supérieure de ces plants, gagnent les fruits par le pédoncule. En examinant la surface d'attache du pédoncule du fruit récemment cueilli, on observe autour des groupes de vaisseaux les mêmes tissus jaunes désorganisés à consistance visqueuse. Si l'on suit l'un de ces groupes jusqu'à ses ramifications extrêmes en surface du placenta, on retrouve la même coloration jaune due au pigment de la bactérie. L'infection des graines dans ces fruits paraît très probable. De telles graines ne présentent cependant aucune trace d'altération et murissent normalement.

La faculté germinative des graines récoltées dans des fruits fortement envahis par *Phytomonas michiganense* (E. F. SMITH) BERGEY et ALL. n'est pas réduite. Nous avons obtenu jusqu'à 85 p. 100 de germination dans des semis de telles graines.

La mise en culture des plants issus de graines prélevées dans des fruits malades ne nous a pas donné de résultats bien concluants. Dans un lot de 80 plants provenant d'un semis effectué fin août 1938, 3 plants seulement ont été atteints au début de novembre.

Tous les autres plants ont présenté jusqu'en décembre une végétation normale et n'ont révélé à l'examen aucune trace de bactérie. Des ensemencements sur gélose de fragments de tiges de ces plants n'ont pas donné naissance à des colonies du parasite.

Plantes hôtes.

La tomate (*Solanum Lycopersicum*), la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) et *Solanum mammosum* sont actuellement les plantes hôtes signalées pour cette bactérie.

En 1938-1939 nous avons cherché à obtenir son passage sur quelques Solanées cultivées : pommes de terre (*Solanum tuberosum*), tabac (*Nicotiana tabacum*), aubergine *Solanum melongana*) et piment (*Solanum capsicum*).

Au cours de ces essais nous avons cherché à réunir les conditions les plus favorables au développement du parasite : inoculations massives par piqûres ou par pulvérisations de plants ou d'organes d'âges divers; maintien des plantes ainsi inoculées sous verre ou à l'air libre au voisinage immédiat de plants de tomate très atteints, etc.

Malgré cela nous n'avons jamais pu observer sur ces diverses plantes de symptômes de la maladie, ni dans leurs tissus de traces du parasite.

Conclusions.

L'importance de ce premier foyer de *Phytomonas michiganense* observé en 1937 a été réduite. Elle reste négligeable si on la compare à celle de quelques dangereuses maladies qui sévissent en Chaouïa, sur tomates, depuis de nombreuses années : *Alternaria Solani* SORAUER, *Phytomonas solanacearum* A. F. SMITH, etc.

Cependant aux Etats-Unis où la maladie causée par cette bactérie a été observée pour la première fois, ses attaques dans les cultures de tomates déterminent parfois des dégâts très sensibles.

Une introduction très récente, des conditions de milieu ou de cultures peut être défavorables, n'ont probablement pas permis jusqu'ici à ce parasite de se développer avec la même intensité qu'aux Etats-Unis ; sa présence constitue néanmoins un risque important pour les cultures maraîchères du littoral marocain.

Les premières connaissances de ce parasite que nous avons pu dégager permettent cependant d'indiquer quelques moyens de protection qui doivent être d'ores et déjà appliquées.

La transmission de la maladie par la graine paraît possible. Toutefois il semble très difficile de se protéger efficacement de la contamination par cette voie. Seul le choix des semences dans les cultures reconnues saines pourraient donner des garanties intéressantes.

L'extension de cette affection dans une culture paraît très nettement favorisée par les blessures des plants. En conséquence tous les moyens propres à diminuer le nombre de ces blessures ou à les aseptiser doivent être retenus.

Enfin les foyers de propagation peuvent être constitués par les cultures malades qu'il convient par conséquent d'extirper soigneusement et de détruire sur place, par le feu, dès que possible.

BIBLIOGRAPHIE.

E. F. SMITH. — Bacteria in relation to plant diseases, t. 3, p. 161.

E. F. SMITH. — An introduction to Bacterial diseases of 1 plant, p. 202.

C. H. ELLIOT. — Manuel of Bacterial plant pathogène, p. 9.

HAUDUROY, URBAIN, MAGROU. — Dictionnaire des Bactéries pathogènes, p. 383.

F. LABROUSSE. — Essais sur la technique bactériologique en pathologie végétale. (*Annales des Épiphyties*, n° 4, 22p. 1, 1932.)

LES MÉTHODES STATISTIQUES DANS L'EXPÉRIMENTATION.

ESSAIS SUR L'APPLICATION DES MÉTHODES DU CALCUL DES PROBABILITÉS AU DÉPOUILLEMENT MATHÉMATIQUE DES RÉSULTATS D'EXPÉRIENCE.

par P. LE GOUPILS,
Ingénieur civil des mines.

Avant-propos.

L'expérimentation sur la matière inorganisée permet en général de faire abstraction de l'individualité des éléments qui la constituent, en l'espèce des atomes, et ce n'est que par des démarches extrêmement délicates que l'on arrive à mettre en évidence des « comportements individuels » qui se fondent en général, du fait du nombre prodigieux des « individus » en cause, dans une impression d'ensemble d'homogénéité et de continuité absolues. Il en est souvent encore de même dans le monde des « infiniment petits », bactéries, ferments, levures, etc., où l'observateur se borne en général à constater des « effets de masse », et où les méthodes de « comptage », d'institution récente, sont loin encore d'être généralisées.

L'expérimentation sur les animaux supérieurs met au contraire l'individu en évidence, et la difficulté est d'opérer sur des sujets en assez grand nombre pour pouvoir déduire, de l'observation des cas particuliers, des lois générales valables pour un individu « type » ou « moyen » représentatif de l'espèce.

Entre ces extrêmes se situent des cas intermédiaires, où l'expérience peut porter sur un nombre de sujets assez considérable pour que l'application des « lois des grands nombres » devienne légitime, assez limité pourtant pour que l'observation des compor-

tements individuels et les décomptes précis auxquels cette observation doit donner lieu restent possibles. Ce sera le cas, plus particulièrement visé en ces pages, de l'expérimentation sur les insectes, faciles à obtenir en lots importants par élevages ou collectes; mais ce pourra aussi être le cas, par exemple, d'observations sur plants et semis qui se présentent, à ce point de vue, avec des caractéristiques comparables.

Il arrive souvent, en pareil cas, que l'expérimentateur, biologiste, entomologiste ou botaniste, accumule en quantité considérable des matériaux d'observation extrêmement précieux, mais n'arrive pas à en tirer tout le parti possible faute de connaître — et très généralement le programme de son éducation scientifique est responsable de cette lacune — les rudiments de la discipline qui lui permettrait d'effectuer le dépouillement mathématique de ces matériaux : le « Calcul des Probabilités ». Seule la connaissance, et mieux le maniement familier de ces méthodes, au delà des notions un peu simplistes de séparation en groupes tranchés et de calculs de moyennes, doivent permettre les généralisations donnant aux résultats de ces travaux à la fois le caractère d'acquisitions scientifiques définitives, et de bases certaines en vue d'applications pratiques.

REMARQUE PRÉLIMINAIRE. — DÉFINITION DE LA MORTALITÉ. — MORTALITÉ NATURELLE.

La présente étude, malgré sa portée beaucoup plus générale, a été rédigée plus spécialement en vue du dépouillement méthodique des expériences sur l'action des fumigants sur les insectes parasites. C'est donc dans ce sens qu'on a été conduit à analyser plus spécialement les conditions d'expérimentation, comme c'est dans ce domaine qu'on a pris les exemples d'application.

Dans toutes les recherches sur les insecticides, il est une notion qui paraît ne pas pouvoir prêter à discussion, mais qui pourtant a donné lieu à tant d'interprétations fantaisistes qu'on ne peut se dispenser d'y consacrer une brève analyse : c'est la notion de mortalité. Certains auteurs, dans le relevé de leurs résultats d'expérience, ont jugé ingénieux de décompter les sujets profondément atteints comme représentant « un demi-insecte vivant, et un demi-insecte mort ». D'autres ont fait intervenir, dans ce décompte, de soi-disant « unités vitales », la destruction d'un adulte en pleine activité représentant à leurs dires la destruction de plus d'« unités vitales » que celle d'un jeune débile ou, d'un sujet âgé et manifestement mal en point. Il n'est, quoi qu'on puisse prétendre qu'une manière légitime de faire, dans un lot d'insectes en observation, le décompte des morts et des vivants, c'est d'appeler « vivants » tous ceux chez lesquels un examen attentif a permis de déceler des signes de vie, si faibles soient-ils, et de classer tous les autres comme « morts », qu'il s'agisse de morts véritables, de sujets en léthargie, ou d'individus ayant pris par réaction de défense, l'apparence et l'immobilité de la mort. Si l'on soumet un même lot d'individus à des décomptes répétés, on peut voir parfois le nombre des « morts » diminuer d'un décompte au décompte suivant; cela signifie seulement qu'un certain nombre d'individus sont passés de l'état de « mort apparente » à l'état de vie effective, et qu'en tous cas ce nombre est supérieur à celui des sujets qui, dans le même temps, ont subi la « mutation » inverse.

Il peut être intéressant, à l'occasion de tels décomptes de constater, par exemple, que la totalité des insectes survivants paraissent mal en point, qu'il ne semble pas vraisemblable qu'ils puissent jamais reprendre une activité normale ou qu'ils soient susceptibles de se reproduire, etc., mais ces éléments ne doivent pas figurer dans le décompte lui-même, qui ne peut et ne doit comporter que deux catégories, et deux seulement.

Plus délicate est la question de l'influence, sur le décompte de la mortalité due à un

traitement, de la « mortalité naturelle », c'est-à-dire de celle qui aurait pu intervenir, entre le moment du prélèvement des « échantillons » et le moment du décompte des résultats, si le lot d'insectes avait été maintenu pendant cette période dans des conditions normales d'existence et n'avait pas été soumis à l'action dont on se propose précisément d'étudier les effets. Pratiquement on cherche à éliminer l'influence perturbatrice de cette mortalité naturelle en comparant le lot traité avec un « lot témoin » de même importance, non traité, et maintenu, à part l'intervention de l'agent spécial que l'on étudie, de bout en bout de son existence dans des conditions aussi identiques que possible à celles où s'est déroulée l'existence du lot d'expérience. *A condition que l'importance numérique des lots soit assez grande pour qu'on puisse appliquer les lois des grands nombres* on pourra, du décompte des *survies* dans le lot traité et dans le lot témoin, déduire, en appliquant la formule dite « règle d'ABBOTT », la mortalité présumablement attribuable au traitement. Voici la façon de faire cette correction :

Soit X le pourcentage des survies dans le lot traité ;

Y le pourcentage des survies dans le lot témoin ;

on peut admettre que, si le lot traité ne l'avait pas été, on y aurait constaté, lors du décompte des résultats, un nombre de survies qui aurait été de Y comme dans le lot témoin. On peut donc admettre que dans ce lot traité (100-Y) insectes auraient de toute façon péri, qu'ils aient ou non subi l'influence du traitement ; et, si on avait pu distinguer à l'avance, à un signe quelconque, les insectes destinés à périr dans ces conditions, il aurait été tout indiqué de les retirer du lot, avant traitement. Tout se passe donc comme si le lot de 100 insectes soumis au traitement se composait :

1° De (100-Y) insectes « condamnés d'avance » et dont la mort n'a par conséquent aucune signification en ce qui concerne l'influence du traitement. Ces sujets doivent par conséquent être « neutralisés », et il doit en être fait complète abstraction dans l'interprétation des résultats.

2° De Y insectes non condamnés d'avance et qui, soumis au traitement, ne succomberont que dans la mesure où leur sensibilité individuelle leur aura permis, ou non, d'y résister.

On peut donc dire que, dans le lot de 100 insectes, il y a eu, (sur 100-X) insectes morts au total, (100-Y) insectes morts de mort naturelle, soit seulement (100-X)-(100-Y) = Y-X insectes morts des suites du traitement, et uniquement des suites du traitement. Ces (Y-X) morts se rapportant évidemment toutes au lot réduit de Y insectes qui n'étaient pas « condamnés d'avance », la mortalité effective sur ce lot réduit est donnée, en pourcent, par l'expression

$$\frac{Y - X}{Y}$$

ce qui est la « formule d'ABBOTT ».

Observations sur l'applicabilité de la « Règle d'Abbott ». — Si on se livre, sur un même lot à des observations et décomptes répétés après le traitement, il faut chaque fois, *simultanément*, reprendre le décompte sur le lot témoin *que l'on doit conserver aussi longtemps que le lot traité en observation*, car, dans chaque décompte, Y aussi bien que X est susceptible d'avoir varié et on doit en tenir compte.

L'application de la « règle d'ABBOTT » n'a de signification qu'autant que les observations

dont on est parti ont été faites sur un nombre de sujets assez grands pour qu'on puisse légitimement faire jouer la « loi des grands nombres ». En effet, si on opère sur un seul lot de 100 individus, et si on constate 2 morts dans le lot témoin, ce nombre de « morts de mort naturelle » est trop réduit pour qu'on puisse le considérer comme représentant une « moyenne » ou une figuration adéquate du comportement « moyen » d'un grand nombre de lots semblables, placés dans les mêmes conditions. Personne ne pensera qu'un « indice » relevé sur un nombre de cas aussi faible soit susceptible d'une généralisation légitimée par l'application de la loi des grands nombres. Il en serait déjà autrement si on avait relevé, dans un lot témoin de 1.000 insectes, la mort naturelle de 20 individus; et l'indice « 2 p. 100 » de mort naturelle commencerait vraiment à être significatif s'il était déduit de l'observation du comportement d'un total de 10.000 individus.

De même si Y est très voisin de X, en d'autres termes si la mortalité naturelle est très grande par rapport à la mortalité totale, le pourcentage Y-X n'a de signification que s'il a été établi par l'observation de lots très importants. Tout ceci conduit à formuler les règles suivantes, relatives aux conditions d'*applicabilité de la formule d'ABBOTT* :

« L'application de la formule d'ABBOTT, sur les résultats relevés à partir d'un lot relativement restreint d'individus, ne présente d'intérêt que lorsque la mortalité naturelle est appréciable, sans toutefois approcher de la mortalité totale constatée sur le lot traité.

« Lorsque la mortalité naturelle n'est que de quelques unités pour cent, l'application de la formule d'ABBOTT n'est intéressante que lorsqu'on opère sur des lots de 1.000 individus ou même davantage.

« Lorsque la mortalité naturelle, sur le lot témoin, est voisine de la mortalité totale sur le lot traité, et *s'il est impossible de réduire cette mortalité naturelle* en modifiant les conditions dans lesquelles on maintient l'un et l'autre en observation, on ne pourra obtenir de nombres significatifs, qu'on applique ou non la formule d'ABBOTT, qu'en augmentant le nombre des sujets en expérience, de manière à augmenter la valeur absolue de la différence entre le nombre des survies respectivement dans le lot témoin et le lot traité. »

Dépouillement mathématique des résultats d'expérience.

DÉFINITION DE LA « SÉRIE UNIVARIANTE » D'EXPÉRIENCES.

La toxicité d'un fumigant gazeux sur une espèce entomologique donnée est fonction d'un très grand nombre de facteurs, dont certains que l'on pourrait qualifier de « subjectifs » sont propres aux « sujets » soumis à l'expérimentation (mode d'élevage, variété, âge, sexe, etc.) tandis que les autres, que par opposition on appellera « objectifs » sont indépendants de l'état dans lequel se trouvaient les sujets au moment où ils ont été soumis à l'expérimentation, mais au contraire caractérisent le milieu ou l'ambiance dont on étudie l'influence sur les insectes. Parmi ces facteurs (dosage pondéral ou volumétrique, température, durée d'exposition, état hygrométrique, pression barométrique, luminosité, influences électrostatiques) certains n'ont qu'une influence minime, ou du moins la chose est généralement admise. On est d'accord, jusqu'à preuve du contraire,

pour consacrer une attention spéciale aux trois premiers mentionnés, à savoir le *dosage* proprement dit, la *durée d'exposition* et la *température d'expérience*.

Dans une expérimentation bien conduite, on doit autant que possible chercher à dissocier l'influence des divers facteurs en cause, ce que l'on fait en maintenant dans une série d'expériences tous les facteurs aussi constants que possible, à l'exception d'un seul, que l'on fait varier progressivement d'une expérience à l'autre. C'est seulement lorsque cette condition est réalisée, au moins approximativement, que les résultats bruts relevés sont susceptibles d'un dépouillement mathématique permettant d'en tirer des conclusions de portée générale. *Théoriquement*, la variation simultanée de plusieurs facteurs devrait pouvoir conduire à l'établissement d'équations dont on pourrait tirer des indices multiples applicables chacun à l'un des facteurs que l'on a fait agir; pratiquement une telle méthode est absolument inapplicable, en raison du peu de précision avec laquelle on peut déterminer les coefficients numériques entrant dans de telles équations, cette imprécision étant à mettre sur le compte des difficultés, déjà signalées plus haut, de l'expérimentation sur la matière vivante.

Dans ce qui va suivre, on se limitera à la considération de séries d'expériences dans lesquelles on ne fait varier qu'un seul facteur d'efficacité : c'est ce qu'on appellera des «séries univariantes d'expériences». Bien entendu la constance absolue des autres facteurs n'est qu'un idéal dont on cherchera à se rapprocher plus ou moins.

SIGNIFICATION DONNÉE AU TERME «DOSAGE».

Pour la commodité du langage, on appellera *dosage* l'indice numérique caractérisant, pour un facteur d'efficacité, l'intensité plus ou moins grande avec laquelle ce facteur est appliqué, mais cet indice pourra représenter indifféremment un nombre de grammes ou de centimètres cubes par mètre cube d'atmosphère, une température, une durée d'exposition. Il pourrait représenter de même un certain nombre de millimètres de mercure si on se proposait d'étudier l'influence de la pression, ou toute autre grandeur du même genre.

Enfin, parmi les trois facteurs d'efficacité mis plus haut en évidence, dosage, durée d'exposition et température, les deux premiers se présentent avec des caractéristiques qui les classent à part, et donnent, à l'instrument mathématique, une «prise» particulièrement efficace pour l'interprétation des documents numériques qui les concernent. D'une part, ce sont des grandeurs «commensurables», c'est-à-dire des grandeurs qui peuvent être appliquées avec une intensité double, triple, et, d'une manière générale, multiple, d'une intensité numériquement donnée (ceci n'est pas le cas pour la température)⁽¹⁾. D'autre part, elles comportent un «seuil» d'efficacité, intensité minimum au-dessous de laquelle, quelles que soient les conditions d'application, leur efficacité est et reste nulle : par exemple, au-dessous d'une certaine durée minimum d'exposition, l'insecte supporte impunément l'application des dosages pondéraux les plus massifs.

La considération de ces deux éléments évoque l'idée d'une sorte de généralisation de la «loi de FECHNER», loi suivant laquelle, dans le domaine de la sensibilité, la sensation

⁽¹⁾ Dans la technique de la fumigation, le facteur «dosage pondéral» présente pourtant une caractéristique spéciale : c'est l'intervent on du phénomène de la «saturation» qui fait qu'il y a impossibilité physique absolue à soumettre (pour une température donnée) les sujets en observation à un «dosage» dépassant une certaine valeur. D'autre part, l'apparition des phénomènes de condensation, l'accroissement rapide des solubilités au voisinage du «point de rosée» modifient profondément le mécanisme même de l'intoxication lorsqu'on travaille avec des dosages approchant de la saturation. Les lois générales formulées ci-après ne peuvent donc être pleinement valables que pour des dosages pondéraux — qu'ils soient constatés expérimentalement ou déterminés par le calcul — assez éloignés des concentrations saturantes.

Il en est tout autrement, par exemple, dans des essais d'intoxication par «ingestion», aucune limitation théorique «objective» ou extérieure au sujet ne s'opposant à ce qu'on mette, à la disposition de l'appétit de ce dernier, une quantité de toxique aussi grande que l'on voudra.

serait proportionnelle au *logarithme* de l'excitation. D'où l'idée, qui comme on le verra plus loin, présente un incontestable intérêt pratique, de substituer en pareil cas, au dosage exprimé par sa grandeur numérique vraie, le dosage exprimé par le « logarithme » de cette grandeur, ce que nous appellerons le « dosage logarithmique ». Et pratiquement, pour la commodité du langage, et sauf les cas où le contraire sera explicitement spécifié, ce sera ce « dosage logarithmique » que l'on entendra spécifier par le seul terme de « dosage ».

DOSAGE LÉTHAL MÉDIAN OU DOSAGE DE MORTALITÉ TOTALE.

Les expérimentateurs ont tous constaté le peu de précision avec laquelle il est possible de déterminer la dose *minimum* qu'il faut appliquer pour obtenir une mortalité *totale*, alors qu'on se trouve en présence de résultats d'une régularité à peu près satisfaisante lorsqu'il s'agit de déterminer la dose telle que la moitié des sujets succombent à son application, et la moitié y survivent. En adoptant la mesure de ce dosage, que l'on appelle « dosage léthal médian » (et non « moyen ») comme indice caractéristique de l'influence d'un facteur déterminé sur la toxicité d'un fumigant pour un insecte, on arrive à trouver une concordance acceptable entre les déterminations faites par divers expérimentateurs opérant dans des conditions comparables, alors que l'adoption comme indice du « dosage minimum de mortalité totale » conduit, entre les résultats obtenus par différents auteurs, et même entre ceux trouvés par le même expérimentateur à différentes époques ou sur différents lots qui semblent en tout comparables, à des divergences telles qu'on est en droit de n'accorder que bien peu de valeur à des conclusions prêtant à ce degré à contestation.

La précision relative avec laquelle on peut déterminer, pour un lot d'individus, la valeur « médiane » d'une caractéristique, et la difficulté qu'il y a au contraire à déduire, de la valeur maximum atteinte par cette caractéristique chez les individus de ce lot, un indice applicable à un autre lot d'individus de la même espèce, résultent l'une et l'autre de l'influence, dans une telle recherche, des « individus exceptionnels » au point de vue de la caractéristique étudiée (car un individu peut être « exceptionnel » au point de vue de la taille, « moyen » au point de vue de l'aptitude à la reproduction, « exceptionnel » au point de vue de la résistance au froid, « moyen » au point de vue de la résistance à l'acide cyanhydrique, etc.). A l'individu « exceptionnel » s'oppose l'« individu médian », c'est-à-dire l'individu tel que la moitié de ses congénères présenteront la caractéristique étudiée à un degré moins élevé que lui, et l'autre moitié à un degré plus élevé. Or c'est un fait d'expérience que si, dans un lot d'individus, on mesure chez tous la grandeur d'une caractéristique donnée, et si on en dresse la liste suivant l'ordre de grandeur croissante (ou décroissante) des mesures trouvées, l'écart entre la valeur de ces mesures pour deux individus classés immédiatement l'un après l'autre est relativement très faible si on considère des individus se rapprochant de l'individu « type » ou « médian », très considérable si on considère des individus « anormaux » ou « exceptionnels », c'est-à-dire des individus se rapprochant du haut ou du bas de la liste de classement ⁽¹⁾.

Ces considérations, bien connues de tous ceux qui s'occupent de statistique, ont

(1) Pour bien illustrer cette influence de l'individu exceptionnel, supposons que la taille médiane des individus d'une ville soit de 1 m. 651 et que la taille du plus grand de ses habitants soit de 2 m. 113. Si l'on cherche à déterminer la taille médiane et la taille maximum en question par des sondages portant chacun sur des lots de 50 individus pris au hasard dans la ville, il est probable qu'en passant d'un lot à un autre on ne constatera, sur la taille médiane déterminée par ce procédé, que des variations minimes, par exemple de 1 m. 649 à 1 m. 653, tandis que dans certains lots la taille maximum pourra descendre jusqu'à 1 m. 850, pour remonter à 2 m. 113 pour tout lot comprenant le plus grand habitant de la ville. En recommençant la même opération quelques années plus tard, on trouvera la même valeur pour la « taille médiane », tandis que l'apparition d'un nouveau phénomène, ou la mort d'un seul individu peuvent faire faire un « bond » à l'indice de taille maximum.

conduit, en ce qui concerne les recherches relatives à l'efficacité des fumigations insecticides, les « hommes de laboratoire » à abandonner à peu près généralement la notion de « dosage léthal minimum pour une mortalité de 100 p. 100 », pour se rallier au « dosage léthal médian » qui correspond à une mortalité de 50 p. 100. Toutefois, cette adhésion n'est pas absolument universelle, et l'argumentation de ceux qui la discutent est la suivante :

« Le but que l'on se propose dans les « fumigations » industrielles est de détruire la totalité des individus appartenant à une espèce entomologique déterminée, et non pas de détruire 50 p. 100 de ces insectes, non plus que 75 p. 100, ou 99,5 p. 100, ou tout autre pourcentage différent de 100. Le but des recherches de laboratoire, dans ce domaine tout au moins, est de fournir aux praticiens des données utilisables dans ces fumigations industrielles. Les praticiens pourraient utiliser, et par suite accepter comme indices représentatifs, les indices de « dosage médian » qui leur sont offerts, s'il existait une relation simple entre ce dosage léthal médian et le dosage minimum de mortalité totale, qui seul répond aux exigences de la pratique. Or il n'en est rien, à preuve qu'il peut arriver (et qu'il arrive effectivement) que, considérant deux fumigants présentant le même « dosage léthal médian » vis-à-vis d'une espèce entomologique déterminée, l'écart entre cet indice et le dosage minimum de mortalité totale peut, pour un des fumigants, être deux fois, trois fois... plus grand que pour l'autre. Quel intérêt y a-t-il à constater que l'indice léthal médian peut se déterminer avec une précision plus ou moins satisfaisante, si le praticien est dans l'impossibilité de se servir de l'indice, si précis soit-il, qui est mis à sa disposition? Nous aimons mieux un indice de valeur scientifique contestable, et passablement imprécis, mais dont le praticien puisse faire usage dans son travail, soit en l'utilisant tel quel, ou mieux en lui faisant subir une majoration systématique dans les dosages qu'il met en œuvre, pour disposer d'une marge de sécurité correspondant précisément à la valeur discutable qu'on peut attribuer à l'indice de mortalité totale. »

Ainsi présentée, cette argumentation est solide, si solide même qu'il *ne semble pas qu'on ait jamais pu se servir pratiquement*, dans les applications industrielles, des valeurs des « dosages léthaux médians » qui ont fait l'objet de nombreuses déterminations, en particulier dans les laboratoires des États-Unis.

INTRODUCTION D'UN « INDICE DE DISPERSION ».

Il semble que l'on puisse, assez facilement, concilier les deux thèses en présence, et ceci, simplement par une application *correcte* des principes dits « lois des grands nombres » application en vue de laquelle il est nécessaire de considérer, en premier lieu, non pas seulement l'indice représentant la valeur *médiane* de la caractéristique étudiée, mais aussi un autre indice correspondant à la *dispersion*, c'est-à-dire à la manière dont se distribuent, de part et d'autre de la valeur médiane, les valeurs différant de cette valeur médiane, et effectivement relevées pour les différents individus d'un lot. Ce second indice caractérisera en quelque sorte, pour l'espèce entomologique étudiée et en présence du fumigant étudié, la propension des individus à s'écarter d'une façon plus ou moins accentuée, dans leur comportement, de l'individu « type » ou médian.

En principe il devra suffire dans chaque cas, pour caractériser l'action du fumigant sur l'insecte, de déterminer, en plus du « dosage léthal médian », le dosage correspondant à un autre taux de mortalité, donné à l'avance, et différent de 50 p. 100 et de 100 p. 100. Reste à étudier le taux de mortalité pour lequel il sera *pratiquement* le plus avantageux de déterminer le dosage léthal, la forme sous laquelle il sera bon de

présenter, en vue de la plus grande commodité d'application, l'« indice de dispersion », et enfin le mode d'utilisation pratique des indices qui pourront ainsi être mis à la disposition du praticien.

En ce qui concerne la « mortalité de référence », différente de 50 p. 100 et de 100 p. 100, et pour l'obtention de laquelle on devra dans chaque cas déterminer le dosage, la première idée serait sans doute de prendre le chiffre de 75 p. 100, d'abord parce que divisant en deux l'espace compris entre 50 p. 100 et 100 p. 100, et ensuite, d'un point de vue plus « théorique » parce que ce dosage est tel que, parmi les individus plus résistants que l'individu « médian », il y en a la moitié qui résistent à l'application de ce dosage, et moitié qui y succombent. On pourrait donc appeler le dosage correspondant à la mortalité de 75 p. 100 « dosage léthal d'écart médian » ⁽¹⁾.

Cependant l'expérience montre que, dans un grand nombre de cas, la différence entre le « dosage léthal médian » et le « dosage léthal d'écart médian » est trop faible pour qu'on

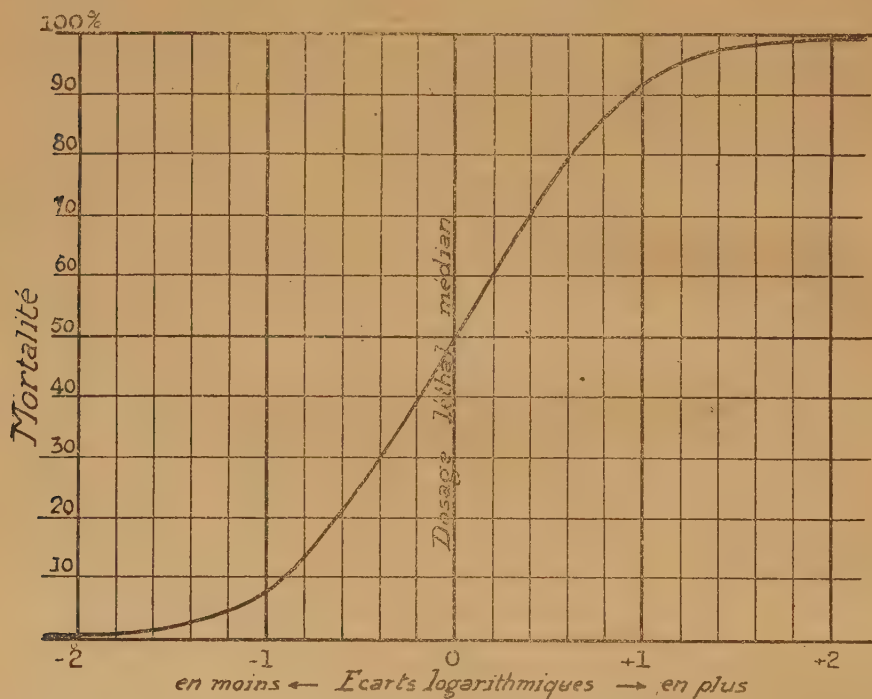


FIG. 1. — Courbe sigmoïde. — Dosages logarithmiques.

puisse les différencier utilement l'un de l'autre sans recourir à des expériences extrêmement précises, portant sur un nombre de sujet dépassant les valeurs pratiquement admissibles. On aura donc avantage à adopter, comme représentatif des propriétés de *dispersion*, le dosage léthal correspondant à une mortalité plus voisine de 100 p. 100, par exemple le dosage qui donne 90 p. 100 de mortalité (survie de $1/10^{\circ}$ des individus en expérience) ou 95 p. 100 de mortalité (survie de $1/10^{\circ}$ des individus plus résistants que l'individu médian). Comme on le verra plus loin, l'adoption de ce dernier pourcen-

⁽¹⁾ Cet écart de 25 p. 100 entre la mortalité du « dosage léthal médian » et celle du « dosage léthal d'écart médian » correspond à ce que les artilleurs, dans la dispersion d'un tir, appellent « écart probable ». Pour ces définitions et notions relatives aux lois des grands nombres, on lira avec profit le livre de vulgarisation *Le Hasard*, du Professeur Emile BOREL, Nouvelle collection scientifique de la librairie Félix ALCAN.

tage correspond à la possibilité de formuler une règle pratique d'application relativement très simple.

RÈGLE : La connaissance du « dosage léthal médian », et d'un autre dosage provoquant une mortalité différente de 0 p. 100, 50 p. 100 ou 100 p. 100, permet de déterminer, toutes choses restant égales d'ailleurs, le dosage à mettre en œuvre pour obtenir une mortalité quelconque, donnée *a priori*.

Ceci est vrai à condition que l'on ait affaire à des lots *homogènes* d'individus, ce qui ne signifie pas que tous les individus du lot doivent être identiques entre eux (auquel cas du reste ils se comporteraient tous de façon identique et il n'y aurait plus de « dispersion »), mais que le lot ne se compose que d'individus ne comportant rien, ni dans leur spécification, ni dans leur origine, qui permette de s'attendre de leur part, raison-

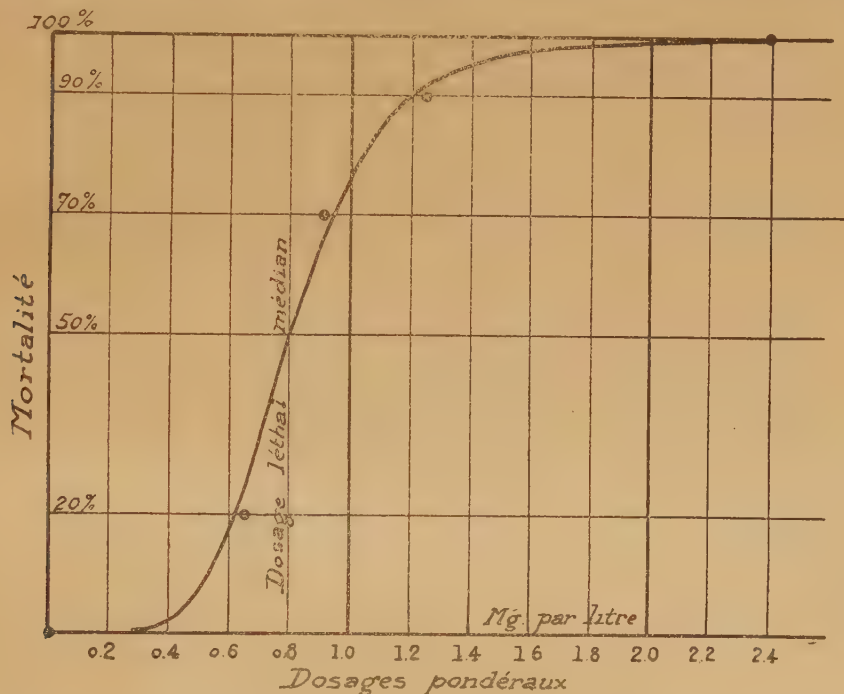


FIG. 2. — Exemple de forme prise par la courbe de la fig. 1, lorsque les dosages sont exprimés en valeur vraie. — Interprétation des expériences de LEHMANN sur le ver fil de fer (*Journ. of Econ. Entom.* Vol. 2, n° 6, p. 1042).

nablement et *a priori*, à une réaction nettement différente en présence de l'influence particulière à laquelle l'expérimentation se propose de les soumettre. Cette notion d'« homogénéité » sera du reste précisée plus loin et analysée d'une manière plus approfondie.

Si on représente graphiquement le phénomène étudié en portant, en abscisses, les dosages mis en œuvre, et en ordonnées les mortalités correspondantes constatées, on trouve une courbe de forme caractéristique dite « courbe sigmoïde ». Cette courbe est *symétrique* par rapport au point représentatif de la mortalité à 50 p. 100, pour lequel elle présente une inflexion⁽²⁾. Les auteurs américains en particulier, depuis quelques

(2) La courbe sigmoïde n'est symétrique que si elle est établie sur la base des « dosages logarithmiques », ce qui constitue un de ses avantages. Les courbes sigmoïdes de la littérature américaine, établies sur la base des dosages en valeur réelle ont en général la branche supérieure plus allongée que la branche inférieure.

années, font un usage courant des courbes sigmoïdes pour la représentation des résultats de leurs recherches de laboratoire, et de fait ce type de représentation se construit assez rapidement à partir des nombres obtenus expérimentalement, et est d'une lecture aisée. Il est toutefois regrettable que les auteurs américains n'aient, en général, pas construit ces courbes sur la base des « dosages logarithmiques » (fig. 1 et 2).

INTERPRÉTATION ANALYTIQUE DE LA COURBE SIGMOÏDE.

Dans ce qui va suivre, on a représenté le *dosage logarithmique* par le symbole Δ , de telle sorte que Δx représente le *logarithme (décimal, pour la commodité des calculs) de la dose provoquant la mortalité x p. 100*; par exemple Δ_{50} représente le « dosage (logarithmique) léthal médian ».

Si, comme dit plus haut, on se trouve en présence de lots homogènes d'individus, les courbes sigmoïdes peuvent toujours se ramener à une forme type ⁽¹⁾. En d'autres termes, il existe une relation générale entre la mortalité obtenue d'une part, et d'autre part, le dosage mis en œuvre, ou plus exactement la « différence entre le dosage mis en œuvre et le dosage léthal médian ».

Désignons par Y la mortalité, *en unités pour cent*, et par λ une autre variable représentant, *à un facteur près*, constant pour un fumigant et une espèce entomologique déterminés (toutes choses restant égales d'ailleurs) *l'écart entre le dosage considéré et le dosage léthal médian*. Ceci peut s'écrire :

$$(I) \quad \lambda = k(\Delta - \Delta_{50})$$

et nous verrons plus loin comment on détermine la valeur à donner au facteur k .

La relation $Y = \Phi(\lambda)$ qui lie ces deux variables quels que soient le fumigant et l'insecte considérés est une relation de forme mathématique compliquée ⁽²⁾, mais on trouve, dans les traités spéciaux, des tableaux donnant la valeur de Y correspondant aux diverses valeurs de λ . Le tableau 1 représente un extrait de ces tables, pour les valeurs de Y voisines de 100 (mortalité à peu près totale) qui sont pratiquement celles à considérer dans le problème envisagé.

λ	$\Phi(\lambda)$	VALEUR APPROCHÉE DE Y $= \Phi(\lambda)$.
0,6	0,6039	80
0,9	0,7969	90
1	0,8427	92 (92,135)
1,163	0,9	95
1,64	0,98	99
1,821	0,99	99,5
2,15	0,998	99,9
2,327	0,999	99,95
2,6	0,9998	99,99
2,751	0,9999	99,995
3	0,99998	99,999
3,123	0,99999	99,9995
3,34	0,999998	99,9999
3,46	0,999999	99,99995
3,67	0,9999998	99,99999
3,76	0,9999999	99,999995
3,98	0,99999998	99,999999

⁽¹⁾ A condition de prendre comme « axes de coordonnées » l'horizontale correspondant à une mortalité de 50 p. 100 et la verticale correspondant au dosage léthal médian.

⁽²⁾ Ceux qui désireraient pousser plus loin l'étude mathématique de ces questions consulteront avec avantage les ouvrages du

En se reportant à cette table, on voit que λ prend la valeur 1 pour $Y = 92$ (exactement $Y = 92, 135 \dots$), or, en tenant compte de l'équation (1) on a :

$$\lambda_{92} = 1 = k (\Delta_{92} - \Delta_{50})$$

d'où la valeur de k :

$$(II) \quad k = \frac{1}{\Delta_{92} - \Delta_{50}}$$

Si donc on détermine expérimentalement les dosages donnant les mortalités de 50 p. 100 et de 92 p. 100, on pourra en déduire la valeur de k par application de la formule (II). La valeur de k une fois déterminée, si on se donne *a priori* une mortalité quelconque Y p. 100 que l'on se propose d'obtenir, on pourra calculer la valeur du dosage (logarithmique) à mettre en œuvre par la formule :

$$\Delta_{\lambda} = \Delta_{50} + \frac{\lambda}{k}$$

qui n'est autre que l'équation (I) sous une autre présentation, en utilisant, pour déterminer la valeur à donner à λ , soit le tableau de correspondance entre λ et Y , soit l'un des graphiques (fig. 3 et 4). d'utilisation beaucoup plus pratique, que l'on trouvera plus loin.

En utilisant une formule approchée (I) qui donne avec une exactitude suffisante les valeurs de la fonction $\Phi(\lambda)$, et en substituant, à la notion de « pourcentage de mortalité » celle, qui parle bien mieux à l'esprit, de « pourcentage de survies » ⁽²⁾, on formulera une règle simple et facile à retenir, d'application commode dans certains cas. Voici cette règle :

« Si on a déterminé le dosage qui permet la survie d'un individu sur deux (mortalité = 50 p. 100) et celui qui permet la survie d'un individu sur 20 (mortalité = 95 p. 100), il faudra multiplier la différence entre ces deux valeurs :

« Par 2 pour trouver la différence entre le dosage léthal médian et celui qui permet la survie d'un individu sur 2.000.

« Par 3 pour trouver la différence entre le dosage léthal médian et celui qui permet la survie d'un individu sur 2 millions.

Professeur Émile BOREL, *Probabilité et Erreur*, librairie Armand CARREL, et *Éléments de la Théorie des Probabilités*, librairie HERMANN et Fil.

Pour ceux que n'effaroucherait pas la rencontre de symboles mathématiques un peu complexes, précisons que la relation entre λ et l'écart Z entre la mortalité considérée et la mortalité médiane 0,50 exprimées l'une et l'autre en fractions décimales de l'unité s'écrit :

$$Z = \Phi(\lambda) = \sqrt{\pi} \int_0^{\lambda} e^{-\lambda^2} d\lambda$$

fonction que l'on ne sait pas intégrer par les méthodes du calcul intégral. La mortalité en unités pour cent Y a pour expression

$$Y = 100 (0,50 + Z) = 105 (0,50) + \frac{\Phi(\lambda)}{2} = \Phi(\lambda)$$

On a fait figurer sur le tableau 1 les valeurs de $\Phi(\lambda)$. La valeur $\lambda = 1,163$ qui correspond à $\Phi(\lambda) = 0,9$ ou à $1 - \Phi(\lambda) = 1/10$ est ce qu'on appelle la « probabilité décimale ».

⁽¹⁾ La formule approchée en question est la suivante

$$\sqrt{\pi} \int_{\lambda}^{+\infty} e^{-\lambda^2} d\lambda = \frac{1}{10 \frac{p(p+1)}{2}} \text{ avec } \lambda = 1,15 p$$

⁽²⁾ On se rend en effet assez difficilement compte de ce que représente une mortalité de 99,99997 p. 100. Par contre, on a une idée relativement précise (ou on s'imagine avoir une idée précise) de ce que représente la survie de trois individus sur 10 millions, ce qui est exactement la même chose.

« Par 4 pour trouver la différence entre le dosage léthal médian et celui qui permet la survie d'un individu sur 20 milliards. »

On donne ci-dessous un exemple pratique d'application de la règle ainsi formulée :

Exemple. — On fait agir le fumigant F sur l'insecte I. On étudie pour une durée constante d'exposition de quatre-vingt-dix minutes et une température de 18° l'influence

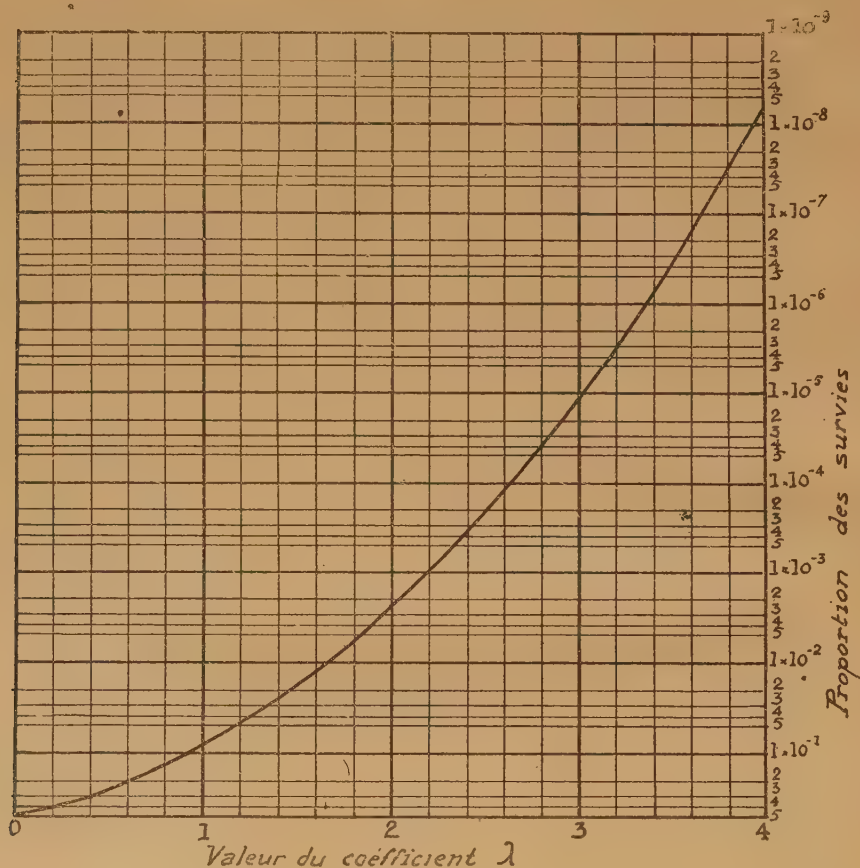


FIG. 3. — Relation entre le coefficient λ et la mortalité pour les mortalités faibles.

du dosage pondéral du fumigant F sur la mortalité de l'insecte I. On détermine en premier lieu :

1° La dose pondérale létale médiane, qu'on trouve de 20 g/m³; ce qui correspond à un dosage logarithmique médian $\Delta_{50} = \log. 20 = 1,30103$;

2° La dose pondérale qui donne la mortalité de 95 p. 100, soit 25 grammes par mètre cube, ce qui correspond à un dosage logarithmique :

$$\Delta_{95} = \log. 25 = 1,39794.$$

L'écart entre ces deux dosages est $\Delta_{95} - \Delta_{50} = 1,39794 - 1,30103 = 0,09691$,

L'application d'un dosage logarithmique de $1,30103 + 2 \times 0,09691 = 1,49845$, correspondant à une dose effective de 31 gr. 5 par mètre cube donnera une mortalité

de 99,95 p. 100 soit permettra la survie, *en moyenne*, d'un individu sur 2.000 présents dans le lot traité. Une efficacité de cet ordre est parfois suffisante pour les applications commerciales.

L'application d'un dosage logarithmique de $1,30103 + 3 \times 0,09691 = 1,59176$, correspondant à un dosage pondéral de 39 grammes par mètre cube (en pareil cas on prendrait *pratiquement* 40 gr. *par excès*) permettra en moyenne la survie d'un individu

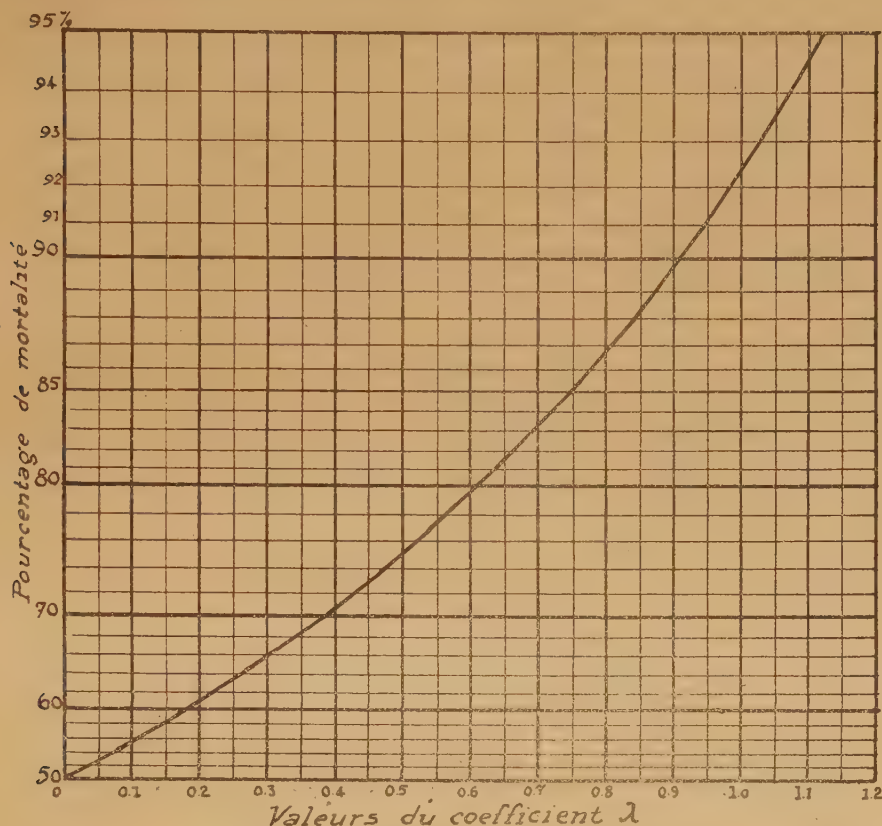


FIG. 4. — Relation entre le coefficient λ et la proportion des survies pour les mortalités élevées.

sur 2 millions. Cette «efficacité» sera toujours suffisante dans les conditions courantes de la pratique commerciale. Toutefois, elle peut être considérée comme tout à fait insuffisante pour les besoins de la «prophylaxie phytopathologique», lorsqu'il s'agit de protéger contre un insecte qui n'y sévit pas encore un pays où l'on introduit des denrées originaires d'un pays contaminé. On peut en effet remarquer que ce taux de mortalité correspondrait, s'il s'agissait de traiter un lot de blé dont *tous les grains* seraient infestés, à une possibilité de survie d'un insecte par 100 kilogrammes de grain, ce qui n'est pas absolument négligeable. Les chances qu'auraient dans un magasin où se trouveraient entreposés quelques centaines de sacs de blé ainsi contaminé⁽¹⁾, les insectes survivants de s'accoupler et de se reproduire seraient déjà appréciables. Dans

(1) Ces chances sont considérablement accrues par l'attraction ou «trophisme» sexue

ces conditions, la prise en considération des conséquences incalculables que peut avoir la contamination d'un pays indemne fait que l'on doit être particulièrement sévère sur les « chances de survie » que le traitement imposé peut laisser aux insectes infestant les marchandises traitées. On pourra donc imposer un dosage logarithmique de $1,30103 + 4 \times 0,09691 = 1,68867$, correspondant à un dosage pondéral de 50 grammes par mètre cube, et qui ne permettra la survie que d'un individu sur 20 milliards, c'est-à-dire d'un insecte par lot de 1.000 tonnes de blé. Encore le risque que cet individu soit une femelle fécondée peut-il amener à forcer encore la dose, jusqu'au dosage logarithmique $1,30103 + 5 \times 0,09691 = 1,78558$, ou à peu près 61 grammes par mètre cube, qui ne laisserait survivre qu'un insecte par lot de 100 millions de tonnes de grain entièrement infesté. On voit avec quelle rapidité croît l'efficacité pour des accroissements assez faibles des dosages, ce qui doit encourager les praticiens à ne pas « lésiner » sur les dosages mis en œuvre.

SIGNIFICATION DE LA NOTION DE « MORTALITÉ TOTALE ».

L'analyse qui précède a été poussée assez loin et exposée avec quelque minutie, afin qu'on se fasse une idée exacte de la valeur toute relative de la notion de « mortalité totale ». Il est utile de se rendre compte que le dosage à mettre en œuvre pour obtenir une telle mortalité peut être notablement différent, suivant qu'il s'agit de satisfaire aux nécessités de « conditionnement » du commerçant, ou aux exigences sanitaires de l'agent d'un service de Quarantaine Phytopathologique. On voit que ce qui, pour l'un, représente un « traitement parfaitement réussi », sera considéré par l'autre comme « d'une efficacité tout à fait insuffisante ». Et l'un et l'autre, à son point de vue, aura raison.

Méthode pratique pour la détermination des caractéristiques de la « Courbe sigmoïde ».

Dans tout ce qui précède, on a admis implicitement que l'expérimentateur disposait d'une méthode simple pour la détermination directe des dosages permettant d'obtenir une mortalité déterminée, par exemple de 50 p. 100 ou de 95 p. 100.

En réalité, il n'existe pas de telle méthode, et on ne peut arriver à la détermination du dosage provoquant une mortalité donnée par avance que grâce à une série de tâtonnements, en encadrant la dose cherchée par une « fourchette » de deux dosages, l'un donnant une mortalité plus forte, l'autre une mortalité moindre que la mortalité cherchée, et en réduisant petit à petit, par des essais portant sur des doses intercalaires, l'amplitude de l'écart entre les deux termes de l'encadrement. Cette méthode est naturellement fort longue, un assez grand nombre d'essais successifs étant nécessaire pour arriver à la détermination d'un seul dosage avec une approximation suffisante ; elle est d'autant plus longue que généralement les résultats ne peuvent être décomptés immédiatement après la fumigation, les phénomènes d'*efficacité différée* nécessitant souvent plusieurs jours d'observation avant qu'un décompte valable puisse être fait, et ce délai pouvant même être porté à plusieurs semaines lorsqu'on a traité des *œufs*, dont la non-éclosion dans les délais extrêmes admissibles peut seule démontrer la destruction par le traitement.

Aussi, en général, opère-t-on de la façon suivante : on fait d'abord quelques essais

préliminaires, avec un petit nombre d'insectes dans chaque lot, pour déterminer approximativement l'ordre de grandeur des dosages dont l'application entraîne une mortalité soit totale, soit partielle. Puis on expérimente avec des lots d'insectes assez importants, sur une série de dosages échelonnés entre une dose inférieure, dont l'action a été reconnue nulle, et une dose supérieure, dont l'action a été reconnue totale. Les mortalités relevées pour chacune de ces doses permettent de construire, en s'inspirant du sentiment de la continuité, et surtout de la connaissance qu'on possède de l'allure générale des courbes sigmoïdes, la courbe sigmoïde caractéristique du cas étudié. De l'intersection de cette courbe sigmoïde avec les droites d'ordonnées 50 p. 100, 95 p. 100, x p. 100..., on déduit les dosages logarithmiques correspondant à ces taux de mortalité. On opère en général sur des lots de 50 ou mieux de 100 individus, et on admet qu'il faut au minimum 8 à 10 points pour la détermination à peu près correcte d'une courbe sigmoïde par ce procédé. Cette détermination repose ainsi sur l'observation du comportement de quelque 400 à 1.000 individus, répartis en une dizaine de lots, au minimum. Il s'agit donc encore d'un travail long et minutieux, et, vu le nombre relativement petit d'individus qui sert à déterminer chaque point, on constate généralement de grandes-discordances d'un point à un autre, et la courbe théorique qu'on est amené finalement à tracer passe souvent à distance notable des points représentatifs de chaque essai, points qui s'échelonnent de part et d'autre de la courbe en question.

Or, comme on l'a vu plus haut, la courbe sigmoïde, si on se trouve en présence de lots homogènes d'individus, est entièrement déterminée par la connaissance de deux coefficients ⁽¹⁾; il doit donc suffire, pour pouvoir la tracer, d'en déterminer deux points, dont les coordonnées satisfont à deux équations où lesdits coefficients sont les inconnues, et d'où par conséquent on pourra tirer ces deux coefficients. Ces deux points seront *théoriquement* quelconques, mais pratiquement ils devront correspondre à des dosages choisis, après les essais préliminaires dont de toute façon on ne peut se passer, de manière à répondre aux exigences suivantes :

1° Les mortalités obtenues avec chaque dosage devront être nettement différentes de 0 p. 100 et de 100 p. 100 (en raison de l'importance des erreurs relatives lorsque le nombre des individus qui survivent ou qui succombent se réduit à quelques unités). On peut poser en principe qu'elles devront l'une et l'autre être comprises entre 10 p. 100 et 90 p. 100;

2° A l'intérieur de cet intervalle, les deux mortalités constatées devront être aussi différentes que possible l'une de l'autre. C'est-à-dire que les deux déterminations les plus souhaitables correspondraient précisément aux limites 10 p. 100 et 90 p. 100 fixées ci-dessus. Toutefois on peut admettre qu'un écart de 40 unités entre les deux pourcentages donnera une précision suffisante dans la détermination des coefficients caractéristiques de la courbe, Δ_{50} et k .

On donne ci-contre (fig. 3 et 4) deux abaques, représentatifs l'un et l'autre de la relation entre *mortalité* et *dosages*. L'un d'eux (fig. 3) donne le pourcentage de mortalité en fonction de λ pour des valeurs de la mortalité comprises entre 50 p. 100 et 95 p. 100; il sera utilisé pour la détermination des coefficients de la courbe sigmoïde, d'après les données numériques fournies par les essais types. L'autre Abaque (fig. 4) donne la proportion des « survivies » en fonction des valeurs de λ , depuis la proportion de 1/2

(1) Mathématiquement, on dira que l'ensemble de toutes les courbes sigmoïdes constitue une « famille de courbes à deux paramètres ».

jusqu'à la proportion de $1/10^8$, c'est-à-dire de un individu sur 100 millions. Il sera utilisé, connaissant Δ_{50} et k , pour la détermination des dosages à mettre en œuvre pour des applications pratiques d'efficacité donnée *a priori*.

Exemple d'application. — On a constaté, par des essais préliminaires portant chacun sur une cinquantaine d'insectes, que la dose de 40 grammes par mètre cube donne une mortalité nulle, la dose de 60 grammes par mètre cube une mortalité un peu inférieure à 50 p. 100, et la dose de 80 grammes par mètre cube une mortalité un peu supérieure à 90 p. 100. On choisit comme dosages d'expérience les valeurs 50 et 75 grammes par mètre cube. On opère, avec chaque dose, sur un lot de 1.000 individus. Pour la dose de 50 grammes on relève une mortalité de 22,7 p. 100 ($\Delta_{22,7} = \log. 50 = 1,69897$) et pour la dose 75 grammes une mortalité de 87,2 p. 100 ($\Delta_{87,2} = \log. 75 = 1,87506$), mortalités corrigées suivant la formule d'ABBOTT. Les deux déterminations ainsi obtenues se trouvant l'une et l'autre à l'intérieur des limites indiquées plus haut, elles suffiront pour caractériser entièrement le phénomène étudié.

On utilise l'abaque n° 1 qui, en raison de l'allure symétrique de la courbe sigmoïde, donne aussi bien les valeurs de λ pour les probabilités inférieures à 50 p. 100 que pour les probabilités supérieures, en observant seulement que

$$\lambda_{50-x} = -\lambda_{50+x}$$

Cet abaque donne respectivement, pour les mortalités de 87,2 p. 100 et de 22,7 p. 100 les valeurs :

$$\lambda_{87,2} = 0,804 \text{ et } \lambda_{22,7} = -\lambda_{77,3} = -0,527$$

Or (équation I) :

$$\lambda_{87,2} = k (\Delta_{87,2} - \Delta_{50}) \text{ et } \lambda_{22,7} = k (\Delta_{22,7} - \Delta_{50})$$

et enfin

$$\lambda_{87,2} - \lambda_{22,7} = k [(\Delta_{87,2} - \Delta_{50}) - (\Delta_{22,7} - \Delta_{50})] = k (\Delta_{87,2} - \Delta_{22,7})$$

d'où l'on tire

$$k = \frac{\lambda_{87,2} - \lambda_{22,7}}{\Delta_{87,2} - \Delta_{22,7}} = \frac{0,804 + 0,527}{1,87506 - 1,69897} = 7,57$$

On en déduit ensuite :

$$\Delta_{50} = \Delta_{87,2} - \frac{\lambda_{87,2}}{k} = 1,87506 - \frac{0,805}{7,57} = 1,76906$$

et la dose pondérale médiane qui est de 58,8 grammes par mètre cube.

Si on veut appliquer la règle de la page 10, on calculera

$$\Delta_{95} - \Delta_{50} = \frac{95}{k} = \frac{1,163}{7,57} = 0,1536.$$

Si, dans la pratique, on veut obtenir une mortalité approximative correspondant à la survie de 1 individu sur 2 millions, on aura à appliquer un dosage logarithmique

$$\Delta_{99,99995} = 1,76906 + 3 (0,1536) = 2,22986$$

correspondant à une dose pondérale de 170 grammes par mètre cube.

Si on veut obtenir une mortalité de 99,999 p. 100 (survie de 1 individu sur 100.000) l'abaque n° 2 montre que pour cette mortalité la valeur de λ est de 3. On a donc, sans passer par la valeur de Δ_{95}

$$\Delta_{99,999} = \Delta_{50} + \frac{\lambda_{99,999}}{k} = 1,76906 + \frac{3}{7,757} = 2,16906$$

ce qui correspond à une dose pondérale de 147,6 grammes par mètre cube.

Échelonnement des dosages dans une série d'expériences.

Comme il est dit plus haut, il n'est besoin, pour déterminer les caractéristiques d'une courbe sigmoïde, que de deux expériences faites avec le maximum de précision sur un nombre d'individus suffisamment élevé.

Toutefois, on est souvent amené à procéder à une série d'expériences, par exemple dans les déterminations préliminaires dont il est parlé ci-dessus, ou encore lorsqu'on soupçonne n'avoir pas affaire à une courbe sigmoïde régulière, c'est-à-dire représentable par la formule donnée (page 198, note 2).

En pareil cas on constate, en consultant la littérature spéciale, que la plupart des expérimentateurs échelonnent de la façon la plus arbitraire les doses sur lesquelles ils expérimentent, sans qu'on puisse distinguer aucune idée systématique dans le choix qu'ils en font.

La première idée systématique consiste évidemment à expérimenter sur des doses formant une progression arithmétique, par exemple 8, 12, 16, ... 36, 40 grammes par mètre cube. Mais il apparaît tout de suite qu'un tel échelonnement correspond à un rapport entre deux doses consécutives ou beaucoup trop grand pour les dosages faibles, ou beaucoup trop faible pour les dosages élevés. Il est en effet légitime de penser que les conditions de l'expérience sont modifiées dans une proportion notable quand on passe de la dose 4 à la dose 8 grammes par mètre cube, tandis que le passage de la dose 100 à la dose 104 grammes par mètre cube ne correspond, pour ces mêmes conditions, qu'à une variation insignifiante, souvent de l'ordre des « erreurs d'expérience ».

Ceci conduit naturellement à adopter, pour l'expérimentation, des séries de dosages en *progression géométrique*. Il est tout naturel, pour la commodité, de rattacher, aussi étroitement que possible, les séries adoptées au système métrique — c'est-à-dire en fait au *système décimal*. Pour ce faire, suivant le principe retenu par la Commission internationale de normalisation, on prendra avantageusement comme « raison » de la progression le coefficient, $\sqrt[10]{10} = 1,259$ (ou, si l'on désire un échelonnement plus large ou plus serré, des facteurs tels que $\sqrt[5]{10}$ ou $\sqrt[20]{10}$).

Toutefois, comme les puissances de $\sqrt[10]{10}$ ne correspondent pas à des nombres décimaux exacts, il est avantageux de leur substituer, ainsi que l'a fait la Commission internationale de normalisation, une série de valeurs approchées. La série de valeurs approchées que l'on donne ci-après, et dont on recommande l'emploi, ne diffère de la série d'indices adoptée par la Commission internationale que sur deux points, les chiffres proposés étant jugés préférables à ceux de cette Commission parce que, comme tous les autres nombres de la série, ils n'admettent comme facteurs que des puissances de 2 et de 5, et par conséquent, lorsqu'on est amené à les utiliser comme *diviseurs*, ils conduisent toujours à des quotients exacts avec un nombre limité de décimales.

Voici cette liste :

NUMÉRO DE L'EXPÉRIENCE.	RAPPORT DE LA DOSE à celle du n° 0.	LOGARITHME de CE RAPPORT.	VALEUR APPROCHÉE adoptée.	FACTEURS.
0.....	1	0	1	1
1.....	1,259	0,1	1,25	$5^{1/2-2}$
2.....	1,585	0,2	1,6	2^5 ¹
3.....	1,997	0,3	2,0	2^1
4.....	2,512	0,4	2,5	$5^{1/2}$ ¹
5.....	3,166	0,5	3,2	$2^{5/2}$ ¹
6.....	3,993	0,6	4,0	2^2
7.....	5,024	0,7	5,0	5^1
8.....	6,312	0,8	6,25	2^{-25^2}
9.....	7,947	0,9	8,0	2^3
10.....	10,000	1,0	10,0	$5^{1/2^1}$
11.....	12,59	1,1	12,5	$5^{3/2-1}$
etc...				

Pour l'échelonnement des temps, il y a lieu de tenir compte du système de numération, à base sexagésimale, qui est utilisé pour leur décompte. On pourra donc adopter une raison géométrique égale à $\sqrt[10]{12}$, soit environ 1,28, qui permet, en partant d'un temps de base de 25'', de retrouver toutes les dix mesures des valeurs exactes simples : 25'', 5', 1 heure, 12 heures et 6 jours.

Voici le tableau des temps échelonnés suivant ce système :

25"	5 min.	1 heure.	12 heures.
32"	6 min. 24"	1 h. 17'	15 h. 23'
41"	8 min. 13"	1 h. 39'	19 h. 43'
51"	10 min. 32"	2 h. 06'	25 h. 17'
1 min. 8"	13 min. 30"	2 h. 42'	32 h. 25'
1 min. 26"	17 min. 19"	3 h. 28'	41 h. 33'
1 min. 52"	22 min. 12"	4 h. 26'	53 h. 17'
2 min. 22"	28 min. 27"	5 h. 41'	68 h. 17'
3 min. 2"	36 min. 29"	7 h. 18'	87 h. 33'
3 min. 54"	46 min. 46"	9 h. 21'	112 h. 15'
5 min.	1 heure.	12 heures.	6 jours.

On peut aussi adopter comme raison de la progression géométrique une valeur un peu plus forte $\sqrt[6]{6}$, qui donne, pour l'échelonnement des temps, le tableau IV ci-dessous.

100"	10'	1 heure.	6 heures.
2' 15"	13' 29"	1 h. 21'	8 h. 5'
3' 2"	18' 10"	1 h. 49'	10 h. 54'
4' 5"	24' 27"	2 h. 27'	14 h. 42'
5' 30"	33'	3 h. 18'	19 h. 48'
7' 25"	44' 30"	4 h. 27'	26 h. 42'

L'emploi des doses successives en progression géométrique a un avantage double : d'une part au point de vue de l'application des règles explicitées plus haut pour les calculs de dosages, et d'autre part en vue de la représentation graphique des phénomènes. En effet, lorsqu'on substitue, aux doses effectives, les *dosages logarithmiques* définis précédemment, on constate que lesdites doses logarithmiques sont égales à un facteur constant multiplié par 0,1, 0,2, 0,3, etc.

Si, pour le tracé des courbes figuratives, on utilise du papier quadrillé ordinaire, l'emploi des doses logarithmiques se traduira, pour des dosages effectivement en progression géométrique, par des intervalles égaux entre les ordonnées successives des points déterminés; on arrivera au même résultat, bien entendu, si, sans passer par l'intermédiaire des dosages logarithmiques, on porte les doses effectives sur un papier à division logarithmique suivant l'axe des x , et à graduations égales suivant l'axe des y .

Homogénéité. — Choix des animaux d'expérience.

Comme on l'a dit plus haut, pour qu'un lot d'individus, au point de vue de l'application de la loi des grands nombres, puisse être considéré comme homogène, il faut que les caractéristiques par lesquelles les individus se différencient les uns des autres dans le lot ne dépendent pas de quelque cause systématique, agissant sur un certain nombre d'individus du lot à l'exclusion des autres. La différenciation d'un individu à l'autre devra donc être due à des causes « accidentelles » propres à chaque individu, ou à des influences (âge, taille, blessures, maladies actuelles ou antérieures au traitement, faiblesse congénitale) s'exerçant sur tous les individus, mais avec une intensité différente pour chacun d'eux et susceptible, entre les limites extrêmes représentées dans le lot, de passer par transition insensible par tous les degrés du plus et du moins ⁽¹⁾.

En d'autres termes, il faut que les individus du lot, considérés au point de vue de la caractéristique étudiée, ne puissent être répartis entre deux ou un petit nombre de groupes, nettement tranchés et distincts les uns des autres. Ce n'est donc pas par l'ampleur de l'écart entre les individus extrêmes, mais par l'absence de continuité dans les formes de passage de l'un à l'autre (il s'agit ici de possibilité de continuité plutôt que de continuité effective), que se caractérise surtout l'absence d'homogénéité d'un lot. Et on arrive ainsi à la conception suivante : deux lots d'individus qui, par leur réunion, formeraient un tout hétérogène, peuvent trouver leur place dans un ensemble *homogène*, les comprenant l'un et l'autre et, en plus, un très grand nombre d'autres lots similaires ou d'autres individus fournissant à l'ensemble ainsi constitué toutes les formes de transition, et la continuité dans la variation de la caractéristique en cause, nécessaires pour lui conférer l'homogénéité (au sens spécial qu'on donne ici à ce mot) indispensable pour permettre l'application légitime des lois des grands nombres.

Ainsi, dans une étude sur la taille des Français, la réunion de cent individus originaires du Nord et de cent autres originaires des Alpes-Maritimes constituera vraisemblablement un lot qu'on devra considérer comme « hétérogène ». Toutefois, l'ensemble de tous les Français, englobant en particulier ces deux cents individus, constitue un tout qu'à beaucoup de points de vue on peut considérer comme homogène, tout au moins en ce qui concerne la possibilité de lui appliquer les lois des grands nombres.

En tous cas, s'il s'agit d'une recherche de laboratoire dont les résultats doivent con-

⁽¹⁾ Il est à remarquer que dans ce sens le sexe ne peut être considéré comme une cause accidentelle de différenciation, puisqu'il permet de classer les individus en deux catégories parfaitement distinctes, exclusives l'une de l'autre, et ne représentant pas des « divergences » plus ou moins accusées par rapport à un « type » moyen.

Il peut donc arriver — et il arrive effectivement — qu'un lot constitué d'individus des deux sexes, ayant à tout autre point de vue même spécification et même provenance, ne sera pas assimilable à un lot homogène, et il devra être tenu compte de cette possibilité toutes les fois que l'on aura constaté, par exemple, que les femelles présentent une plus grande réactivité que les mâles en présence de l'influence étudiée — ou inversement. Faute de tous éléments d'appréciation en ce sens, on pourra en première approximation considérer comme homogène un lot constitué de mâles et de femelles de même espèce et de même origine, mais dès que l'on aura des raisons — taille très différente, formes extérieures très facilement discernables, grande différence dans la durée moyenne d'existence, etc. — de supposer une différence assez profonde d'organisation entre les unes et les autres, il sera sage de ne faire application qu'avec prudence et réserve à un tel ensemble des lois statistiques valables pour des lots de composition « homogène ».

duire à des conclusions pratiques destinées à être appliquées à l'ensemble de la population française (par exemple l'étude de phénomènes d'anaphylaxie en présence d'un vaccin), on ne devra pas se cantonner, dans l'expérimentation, dans l'étude d'un groupe de sujets *aussi homogène que possible* (dans le sens courant du mot) (par exemple 100 «gemmeurs» des Landes, d'âge compris entre 40 et 45 ans). On devra opérer sur un lot d'individus prélevés dans toutes les régions du territoire, de manière à constituer un ensemble aussi représentatif que possible du «Français moyen», si conventionnelle que puisse être la conception de l'existence de ce dernier.

Il pourra en être tout autrement si la recherche n'a pas en vue, tout au moins à échéance immédiate, une «application pratique» à toute une catégorie d'individus. Si par exemple on étudie systématiquement l'influence de la variation d'un facteur isolé sur une «réaction» dont ce facteur conditionne, pour partie, la manifestation, il pourra être avantageux d'éliminer dans la mesure du possible la cause d'erreur que constitue la «sensibilité individuelle» des sujets sur lesquels on travaille, en choisissant ces sujets aussi identiques que possible, et en tous cas en ce qui concerne les caractéristiques pouvant présumablement intervenir dans l'intensité de la réaction en cause.

Plus particulièrement dans le cas expérimental qui fait l'objet de la présente étude, celui de la recherche de l'efficacité des fumigants sur les insectes, il est intéressant de se rendre compte dans quels cas, et dans quels cas seulement, il y a lieu d'opérer sur des variétés bien définies, des cultures «pures» ou «de souche pure», des lots d'individus homogènes, non seulement au point de vue de la variété et de la race, non seulement par une communauté d'ascendance, mais par les conditions identiques dans lesquelles s'est effectué leur développement, *depuis l'œuf* jusqu'à l'instant de l'expérimentation. Il est évident qu'en travaillant sur des lots ainsi constitués, on réduira au minimum la «dispersion», et que par conséquent on arrivera à préciser numériquement les caractéristiques recherchées, avec un minimum d'expériences et un nombre minimum d'individus par expérience, pour une précision donnée. L'emploi de tels lots sélectionnés est donc parfaitement justifié dans les recherches gardant un caractère théorique, par exemple en vue d'un «classement» de plusieurs fumigants au point de vue de leur efficacité sur un certain insecte, ou pour étudier *d'une manière absolue* l'influence particulière d'un facteur sur l'efficacité. La *culture pure* qu'on utilisera alors dans toute une série d'essais pourra être considérée comme jouant le rôle d'un «réactif sensible» et bien défini, permettant au mieux d'éliminer le facteur «variation individuelle» dans la recherche de la réalisation de la condition «toutes choses égales d'ailleurs».

Par contre, les résultats obtenus en partant de ces souches ou cultures pures, de ces individus sélectionnés par âge, taille, etc., n'ont qu'une valeur pratique réduite au minimum. Ils ne sont en effet transposables qu'à des lots ou des individus présentant des caractéristiques identiques, ou sélectionnés par les mêmes procédés. Mais une généralisation de ces mêmes résultats à une catégorie beaucoup moins restrictive dans sa spécification serait nettement abusive.

Soit par exemple à détruire par fumigation, dans les céréales, un Curculionidé bien familier aux expérimentateurs en la matière, le Charançon du grain, *Calandra granaria* L. La détermination de la dose léthale médiane, ou celle du coefficient de dispersion *k*, pourront conduire à des valeurs très différentes, suivant qu'on opère sur des individus vivant dans du blé, ou dans du macaroni; suivant que ces mêmes individus proviennent de cultures maintenues invariablement à $+ 28^{\circ}$ C, ou de silos où la température peut varier entre $+ 15^{\circ}$ et $+ 40^{\circ}$ C, au cours de la vie du charançon; suivant que le développement s'est fait dans du blé très sec ou très humide, à peu près intact ou déjà en

majeure partie évidé par des générations précédentes, etc. Or la dose déterminée aux fins d'utilisation pratique doit « couvrir » tous les cas d'espèce en présence desquels le praticien peut être appelé à se trouver, et non pas tels ou tels cas particuliers, qui peuvent être, ou ne pas être, les plus favorables à la survie des individus.

En effet, il est très aventuré d'admettre, *a priori*, que les individus qui ont fait tout leur développement dans les conditions optimum seront les plus résistants lorsqu'exposés à des conditions défavorables. On pourrait même, et plus légitimement peut-être, penser que les sujets qui ont toujours vécu dans des conditions « difficiles » ou qui ont été exposés à maintes reprises, dans le cours de leur existence, à des variations brusques et de grande amplitude de l'ambiance où ils évoluent, doivent posséder une plus grande faculté d'adaptation à des influences nouvelles que ceux qui ont toujours été à l'abri de telles fluctuations.

Il est donc souhaitable que les coefficients caractéristiques d'efficacité soient déterminés en opérant sur une gamme d'individus aussi extensive que possible, en prenant des souches de toute origine, des individus de tout âge, et ayant fait leur évolution dans des ambiances aussi diverses que possible. En pratique, il n'est pas possible à un expérimentateur isolé d'opérer sur un nombre de souches très considérable, et de toutes provenances. Par contre, la chose peut être aisément réalisée par un certain nombre d'expérimentateurs travaillant dans plusieurs laboratoires répartis sur une aire géographique assez étendue. La centralisation de tous les résultats ainsi obtenus en divers temps et lieux permettra de formuler des conclusions beaucoup plus générales ; mais ceci ne sera possible que si tous ces expérimentateurs travaillent selon un certain nombre de conventions communes, permettant et facilitant le travail de collationnement nécessaire. Il n'en est malheureusement pas toujours ainsi à l'heure actuelle, et la littérature spéciale enregistre trop souvent les doléances d'expérimentateurs, mais dans l'impossibilité de faire le recoupement des données recueillies par eux au moyen de celles déterminées par leurs confrères, faute d'un langage scientifique commun, d'une méthode de recherches unique, et de bases précises de comparaison.

La présente note aura atteint le but essentiellement recherché par son auteur, si elle réussit à contribuer si peu que ce soit à cette unification des conventions et des méthodes, que ce soit sur les bases qu'elle propose ou sur toutes autres reconnues plus avantageuses.

Résumé.

On a fait ressortir en premier lieu l'importance de l'application des méthodes de la biométrie à l'expérimentation sur les insectes, en raison de certaines caractéristiques propres à cette expérimentation, en particulier de la possibilité d'opérer sur un très grand nombre de sujets sans toutefois perdre de vue l'individualité de chacun d'eux.

On a rappelé et justifié la règle d'Abbott, pour le calcul des taux de mortalité en tenant compte de la mortalité naturelle dans les lots témoins, et on a recherché dans quelles conditions l'application de cette règle est justifiée.

On a recherché une méthode statistique d'expérimentation des résultats expérimentaux permettant, par un nombre d'expériences aussi réduit que possible, une détermination précise de coefficients convenablement choisis, susceptibles de caractériser dans toute son étendue la courbe représentative de la variation de la mortalité en fonction du dosage. Un ensemble de règles a été formulé pour l'application de cette méthode.

On en a déduit une méthode pratique de travail. Des exemples d'application ont été donnés.

Des tables sont données pour guider les expérimentateurs dans l'échelonnement des dosages à adopter dans une série univariante d'expériences. Les avantages de la progression logarithmique sont mis en évidence.

On a enfin déterminé dans quels cas l'expérimentateur pouvait avantageusement, dans ses essais, travailler sur des souches ou des cultures « pures » et dans quels cas au contraire il convenait de limiter le moins étroitement possible la spécification des lots en expérience, pour donner aux conclusions formulées une portée générale et une valeur d'application pratique. On a fait ressortir finalement la nécessité d'un langage et de méthodes communs dans des laboratoires répartis entre différentes régions ou même différents pays.

UN APPAREIL SIMPLE

POUR L'ÉTUDE ENTOMOTOXICOLOGIQUE DES GAZ

PAR

P. LEPESME,

et

A. MARIE,

Chef de travaux de zoologie à l'Institut
national agronomique.

Attaché au Laboratoire de zoologie de l'Institut
national agronomique.

De nombreux appareils ont été conçus et réalisés, surtout outre-Atlantique, pour l'expérimentation des insecticides gazeux. Les plus simples consistent en un récipient de forme et de contenance déterminées, dans lequel on introduit successivement une quantité définie de fumigant et les insectes à traiter. Utilisés par CHAPMAN et JOHNSON (1925), COTTON et YOUNG (1928), ROARK et COTTON (1930), STRAND (1930), LINDGREN et SHEPARD (1932), LEHMAN (1933), ils présentent dès le prime abord l'inconvénient de ne prévoir rien d'autre que la diffusion pour assurer l'homogénéisation de l'atmosphère à l'intérieur de l'enceinte. Pour obvier à ce défaut, divers dispositifs ont été imaginés par les auteurs. MOORE (1917), MOORE et GRAHAM (1918), STRAND (1930), LINDGREN et SHEPARD (1932) augmentent la surface de diffusion en faisant évaporer les liquides sur papier filtre. BOYCE (1928) insuffle le liquide à l'aide d'un atomiseur. D'autres auteurs expérimentent sur de grands volumes pour pallier les pertes et les petites modifications de concentration; ainsi, en 1928, HAMLIN et REED utilisent un récipient de 75 litres; en 1929 GRAY et KIRKPATRICK vont jusqu'à plus de 700 litres, en employant une boîte cubique en aluminium qu'ils font reposer sur de l'huile blanche. CAMP et WILMOTT reprennent cet appareil en 1932 en modifiant le mode d'exposition des insectes; MOORE en 1933 lui adjoint un ventilateur pour brasser les gaz et substitue du mercure à l'huile.

Un progrès certain est réalisé par le recours au vide préalable. Déjà en 1911, SCHAFER avait eu l'idée de chasser complètement l'air de l'enceinte en la remplissant de mercure et d'introduire, à la suite des insectes, le mélange gazeux préconditionné, en faisant écouler le mercure. Mais ce furent MCCLINTOCK, HAMILTON et LOWE qui, dès la même année, firent, les premiers, appel au vide partiel préalable. La technique fut reprise seulement en 1933 par JONES.

Un genre d'appareil complètement différent, qui semble avoir été inauguré en 1920 par NIEFERT et GARRISON, utilise la méthode connue sous le nom de « Flowmeter Method ». Elle présente l'avantage de faire baigner constamment les insectes au sein d'un courant continu d'atmosphère toxique obtenu en réglant convenablement une arrivée d'air conditionné et une arrivée d'air mêlé de toxique; l'homogénéité de l'atmosphère est automatiquement obtenue et par ailleurs, la manipulation des insectes et les prises de gaz pour analyse au cours des expériences n'offrent aucune difficulté. Cette méthode, utilisée ultérieurement par BRINLEY et BAKER (1927), RICHARDSON et HAAS (1932), CUPPLES (1933), ne se prête toutefois pas à l'expérimentation sous pression réduite.

C'est à ce défaut qu'a voulu remédier BOVINGTON en 1934 en construisant un appareil plus perfectionné qu'il place dans une étuve à température constante et qui lui permet de travailler dans des conditions définies de température, de pression et d'humidité et avec une précision très poussée; cet appareil est toutefois si compliqué que nous devons renoncer à le décrire ici et que GOUGH (1939) le reprenant et le modifiant à son tour pour obtenir un renouvellement de l'atmosphère, doit bientôt l'abandonner. Un second appareil réalisé par GOUGH comprend un grand réservoir de 20 litres relié d'une part à un manomètre à mercure et d'autre part à une pompe alimentant une circulation continue des gaz dans la chambre à insectes. Le toxique est introduit, comme dans le premier appareil, à l'aide de petites pipettes spéciales, après obtention du vide dans l'enceinte; l'introduction ultérieure des insectes a pour inconvénient d'entraîner de faibles pertes de gaz.

Notre appareil s'inspire essentiellement de celui de GOUGH; nous en avons du moins conservé le principe, nous efforçant par ailleurs de le simplifier pour réaliser un instrument pratique et facile à construire.

Description de l'appareil.

L'appareil comprend :

1° Deux petits ballons à trois tubulures servant, l'un de ballon-mélangeur (*BM*), l'autre de ballon à expériences (*BE*).

2° Deux grands vases communicants (*F1* et *F2*) reliés à ces ballons et servant à la fois de réserve d'atmosphère et d'appareil brasseur pour faire circuler les gaz.

Le ballon à expérience *BE* est fermé à l'ouverture supérieure par un bouchon de caoutchouc auquel est suspendue une chambre à insectes constituée par un cylindre de toile métallique de 15 millimètres de diamètre, et 30 millimètres de longueur. Les deux autres tubulures aboutissent à deux robinets à trois voies (*R3* et *R4*) qui les mettent en communication, d'une part avec le ballon mélangeur, d'autre part avec les deux vases communicants.

Le ballon-mélangeur est fermé à l'ouverture supérieure par un bouchon de caoutchouc traversé par trois tubes qui le font communiquer 1° avec un manomètre barométrique à mercure (*m*); 2° avec une trompe à eau par l'intermédiaire d'un robinet *R1*; 3° avec un tube capillaire vertical muni également d'un robinet (*R2*) et qui sert à introduire l'air et le toxique. Les deux tubulures latérales aboutissent aux robinets *R3* et *R4*.

Les deux vases communicants ou flacons-brasseurs *F1* et *F2* sont des flacons de Wolff

gradués de 1.500 centimètres cubes chacun, reliés entre eux à la partie inférieure par une double canalisation munie de robinets, le supérieur *R5* assurant un faible débit, l'inférieur *R6* à trois voies, assurant un fort débit et permettant éventuellement la vidange des flacons. Les flacons n'étant reliés entre eux et au reste de l'appareil (en *R3* et *R4*) que par l'intermédiaire de caoutchouc à vide, peuvent être alternativement élevés

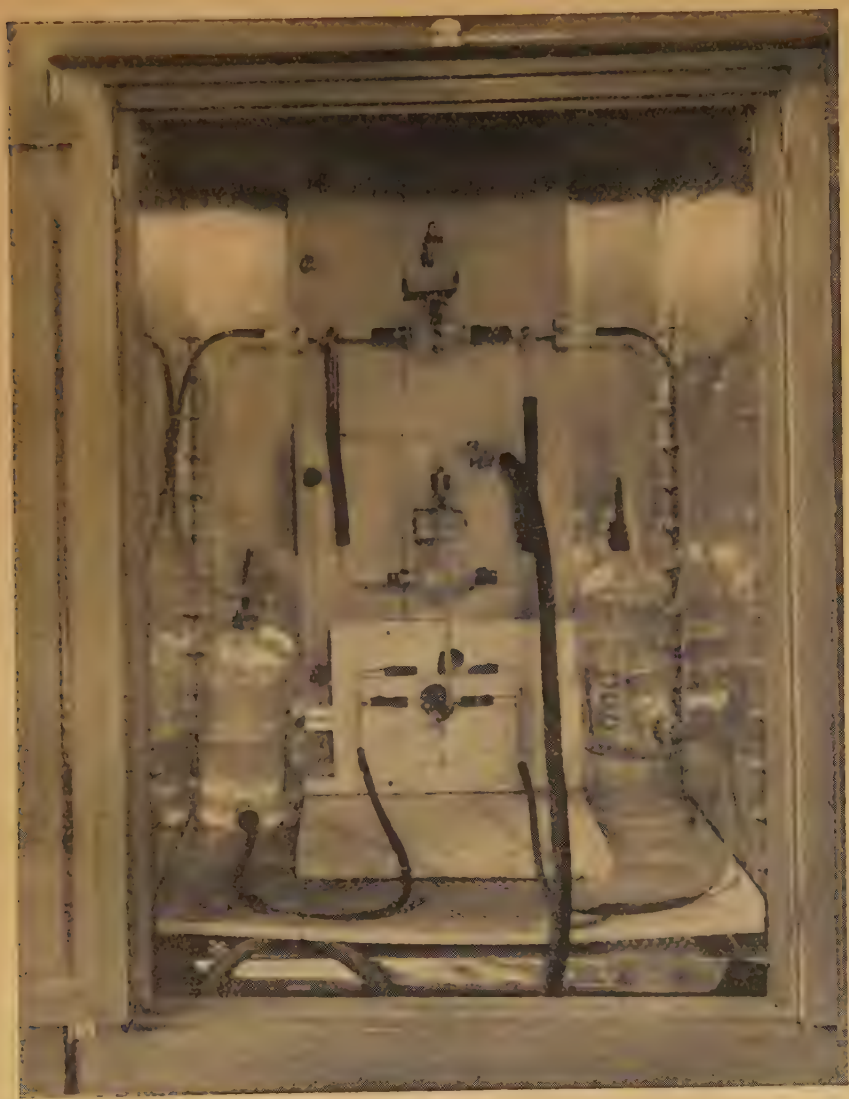


FIG. 1. — Appareil de LEPESME et MARIE pour l'étude entomotoxicologique des gaz.

et abaissés ; ils contiennent une certaine quantité d'eau surmontée d'une mince couche d'huile de vaseline, eau qui, ainsi déplacée, entraîne un déplacement équivalent de l'atmosphère supérieure.

Les connections entre les ballons *BE* et *BM* comportent également 10 centimètres de caoutchouc à vide (non représenté dans la fig. 1). A chaque partie de l'appareil est ainsi

conférée une certaine indépendance et l'ensemble y gagne une très grande maniabilité. L'appareil jauge au total 3594 centimètres cubes. Les flacons-brasseurs contiennent

eau.....*	1474
huile de vaseline.....	120
	1594 centimètres cubes.

ce qui laisse un espace libre d'exactly 2.000 centimètres cubes destiné à contenir l'atmosphère toxique.

L'huile de vaseline joue le rôle d'isolant entre l'eau et l'atmosphère interne pour empêcher les variations de l'état hygrométrique ; elle doit donc recouvrir constamment l'eau ; pour cela la dénivellation entre les deux flacons est réglée de telle sorte que l'équilibre soit atteint avant que l'un d'eux ne soit vide ; le volume de 800 centimètres cubes déplacé chaque fois suffit largement à renouveler l'atmosphère des ballons *BE* et *BM* qui jaugent chacun 155 centimètres cubes.

L'ensemble est placé dans une étuve électrique permettant d'opérer à température constante et à différentes températures. L'état hygrométrique est donné par un hygromètre à cheveux fréquemment contrôlé, placé à l'intérieur.

Technique d'emploi.

1° *Vide*. — Les robinets *R3* et *R4* étant respectivement en position I et 2 de façon à isoler le ballon *BE*, on fait le vide dans le reste de l'appareil en faisant fonctionner la trompe. *R1* est ouvert, *R2* fermé. La trompe que nous utilisons fournit un vide de 480 à 620 millimètres de Hg, vide suffisant largement à nos besoins.

Pendant ce temps, on ouvre le ballon *BE* et on y place les insectes dans la cage à expériences.

2° *Introduction du toxique*. — Le vide partiel étant obtenu, on ferme *R1*. Comme indiqué fig. 1, le tube capillaire d'introduction du toxique peut, soit plonger directement dans une petite éprouvette graduée *e* de faible diamètre contenant le liquide volatil, soit être branché, par l'intermédiaire d'un court tube de caoutchouc, sur une ampoule *a* contenant une quantité exactement déterminée de ce liquide. Nous utilisons plus volontiers cette dernière technique : il suffit d'ouvrir *R2* et de briser l'extrémité de l'ampoule par pression au travers du caoutchouc pour voir aspirer le liquide ; l'évaporation est accélérée en faisant baigner le corps de l'ampoule dans un petit bain-marie. Le robinet *R2* est ensuite maintenu ouvert jusqu'à rétablissement de la pression atmosphérique.

3° *Brassage de l'atmosphère*. — *R2* étant fermé, on ouvre en grand *R6* et on élève et abaisse successivement les flacons *F1* et *F2* à cinq ou six reprises pour répartir les vapeurs toxiques dans toute l'enceinte, sauf dans le ballon *BE* toujours isolé.

4° *Exposition des insectes*. — Le bouchon supérieur de *BE* auquel est suspendue la cage à insectes étant bien assujéti, les robinets *R3* et *R4* sont mis tous deux en position 3. Les insectes entrent en contact avec le toxique. *R6* toujours ouvert permet de brasser rapidement encore deux ou trois fois la masse pour mêler au reste de l'atmosphère l'air pur qui remplissait le ballon *BE*. Puis *R3* et *R4* sont mis en position 4, *R6* est fermé et

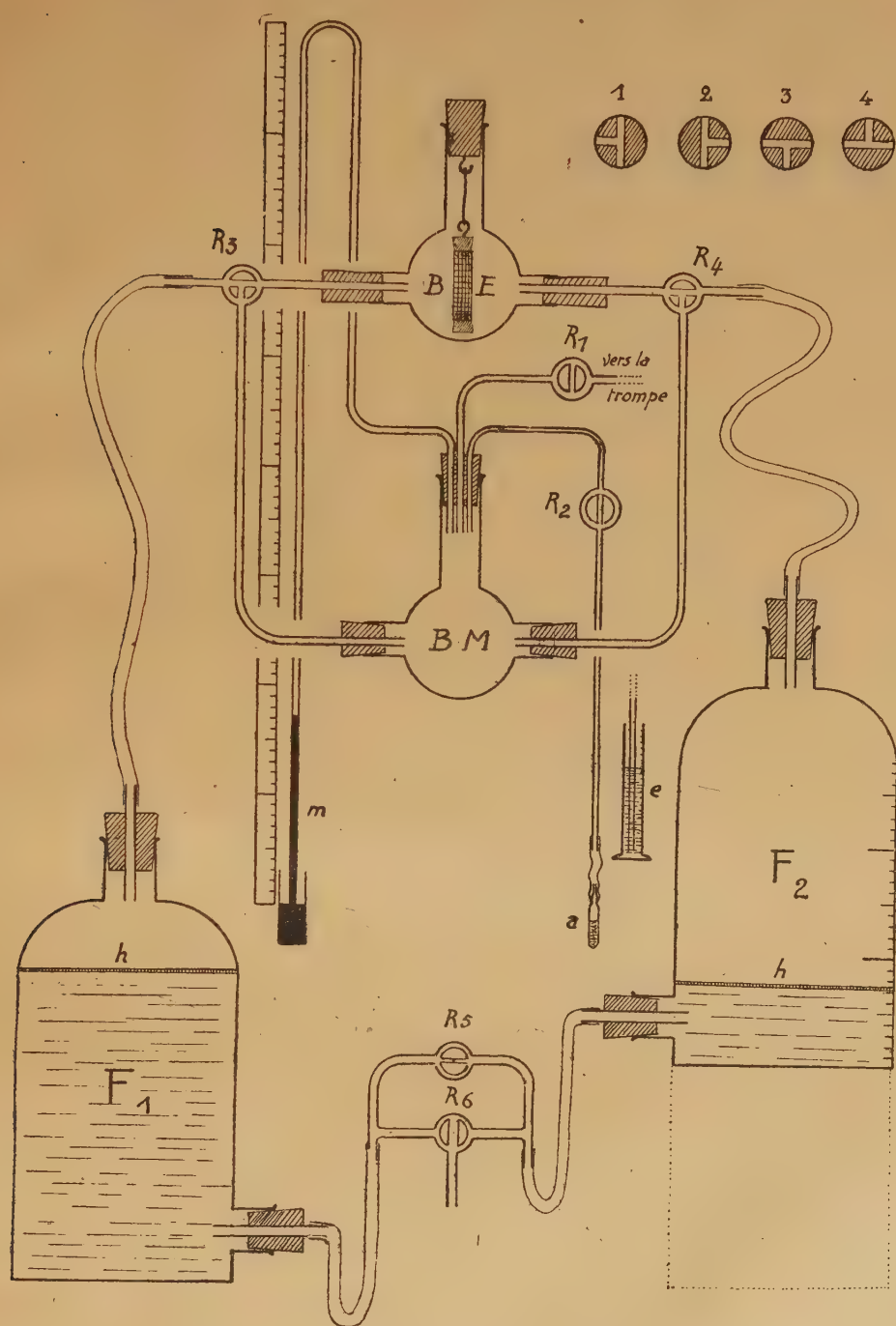


FIG. 2. — Schéma expliqué de l'appareil LEPESME et MARIE.

BM, ballon mélangeur. *BE*, ballon à expériences. *F*₁, *F*₂, flacons-brasseurs. *h*, huile de vaseline. *R*₁, robinet menant à la trompe à vide. *R*₂, robinet du tube capillaire d'introduction de l'air et des toxiques. *a*, ampoule de toxique. *e*, éprouvette graduée à toxique. *m*, manomètre. *R*₃, *R*₄, robinets à trois voies d'intercommunication générale. *R*₅, robinet à faible débit, *R*₆, robinet à fort débit d'intercommunication des flacons-brasseurs.

1, 2, 3, 4, positions successives des robinets *R*₃ et *R*₄ au cours d'une opération.

R_5 est ouvert et réglé pour permettre un écoulement très lent (1 à 4 litres par heure); il suffit alors d'élever et d'abaisser alternativement les flacons de Wolff en temps voulu pour renverser le courant.

5° *Rinçage*. — L'expérience terminée, on ferme R_3 et R_4 pour isoler BE et retirer rapidement les insectes, puis on les met en position 3 et on fait à trois reprises un vide de 500 millimètres de Hg de façon à éliminer complètement les vapeurs toxiques.

Conclusions.

Les principaux avantages de l'appareil décrit ci-dessus résident en sa simplicité, sa grande maniabilité, la facilité avec laquelle il peut être monté, démonté et nettoyé et surtout la facilité de sa construction car il n'exige que du matériel courant de laboratoire.

L'appareil permet d'expérimenter dans des conditions définies de température et de pression, l'état hygrométrique étant celui de l'air ambiant.

Le toxique peut être apporté en quantité rigoureusement déterminée et aucune perte n'accompagne l'introduction des insectes. Ceux-ci sont exposés dès le début à une atmosphère où le fumigant a été déjà dilué et uniformément réparti par un brassage qui, en se poursuivant, s'oppose en outre au confinement de l'air dans le ballon à expériences.

L'absence de mercure garantit contre l'intoxication des insectes par les vapeurs de ce métal.

Ces caractéristiques en font un appareil précieux à la fois pour les études d'entomotoxicologie qualitative et pour les recherches quantitatives.

BIBLIOGRAPHIE.

- BOVINGDON (H. H. S.), 1934. — An improved laboratory apparatus for fumigation experiments. (*Ann. Appl. Biol.*, XXI, pp. 704-724.)
- BOYCE (A. M.), 1928. — Studies in resistance of certain insects to hydrocyanic acid gas. (*Journ. Econ. Ent.*, XXI, pp. 715-720.)
- BRINLEY (F. J.) and BAKER (R. H.), 1927. — Some factors affecting the toxicity of hydrocyanic acid gas for insects. (*Biol. Bull.*, LIII, p. 201-207.)
- CAMP (A. F.) et WILMOTT (R. J.), 1931. — Fumigation research in Florida. (*Monthly Bull. St. Plant Board Florida*, XV, pp. 1-35.)
- CAMP (A. F.) et WILMOTT (R. J.), 1932. — Relation of hydrocyanic acid gas concentration to kill of various stages of the black fly. (*Aleurocanthus woglumi* Ashby), (*Journ. Econ. Ent.*, XXV, pp. 476-483.)
- CAMP (A. F.) et WILMOTT (R. J.), 1932. — Relation of hydrocyanic acid gas concentration to kill of various stages of the green scale (*Coccus viridis* Green.) (*ibid.*, XXV, pp. 483-486.)
- CHAPMAN (R. N.) et JOHNSON (A. H.), 1925. — Possibilities and limitations of chloropicrin as a fumigant for cereal products. (*Journ. Agr. Res.*, XXXI, pp. 745-760.)
- COTTON (R. T.) et YOUNG (H. A.), 1929. — Use of carbon dioxide to increase the insecticidal efficiency of fumigants. (*Proc. Ent. Soc. Wash.*, XXXI, pp. 97-102.)

- CUPPLES (H. L.), 1933. — Equipment for laboratory fumigation by hydrocyanic acid gas. (*Ind. Eng. Chem. Anal.*, Section V, pp. 36.)
- GOUGH (H. C.), 1939. — Factors affecting the resistance of the Flour Beetle, *Tribolium confusum* Duv. to Hydrogen Cyanide. (*Ann. Appl. Biol.*, XXVI, pp. 533-571.)
- GRAY (G. P.) et KIRKPATRICK (A. F.), 1929. — The protective stupefaction of certain scale insects by hydrocyanic acid vapour. (*Journ. Econ. Ent.*, XXII, pp. 878-892.)
- HAMLIN (J. C.) et REED (W. D.), 1928. — Some macroscopic effects of fumigation by carbon disulphid on *Plodia* larvae in relation to revival potentialities. (*Ibid.*, XXI, p. 783-788.)
- JOHN (R. M.), 1933. — A precise method for determining the toxicity of mixed gases to insects. (*Ibid.*, XVI, pp. 895-902.)
- LEHMAN (R. S.), 1933. — Laboratory experiments with various fumigants against the wireworm *Limoni* (*Pheltes*) *californicus* Mann. (*Ibid.*, XXVI, pp. 1042-1051.)
- LINDGREN (D. L.) et SHEPARD (H. H.), 1932. — Influence of humidity on the effectiveness of certain fumigants against eggs and adults of *Tribolium confusum* Duv. (*Ibid.*, XXV, p. 249-253.)
- Mc CLINTOCK (C. H.), HAMILTON (A. C.) et LOWE (F. B.), 1911. — A further contribution to the knowledge of insecticides and fumigants. (*Journ. Amer. Pub. Health Assoc.*, I, pp. 227-260.)
- MOORE (W.), 1917. — The toxicity of various benzene derivatives to insects. (*Journ. Agr. Res.*, IX, pp. 371-381.)
- MOORE (W.), 1917. — The volatility of organic compounds as an index of the toxicity of vapours to insects. (*Ibid.*, X, pp. 365-371.)
- MOORE (W.), 1933. — Studies on the «Resistant» Californian red scale (*Aonidiella aurantii* Mask.) in California. (*Journ. Econ. Ent.*, XXVI, pp. 1140-1161.)
- MOORE (W.) et GRAHAM (S. A.), 1918. — The toxicity of volatile organic compounds to insects' eggs. (*Journ. Agr. Res.*, XII, p. 579-587.)
- NIEPERT (I. E.) et GARRISON (G. L.), 1920. — Experiments in the toxic action of certain gases to insects seeds and fungi. (*U. S. Dept. Agr. Bull.*, n° 893, 16 pp.)
- NIEPERT (I. E.) et GARRISON (G. L.), 1924. — Fumigation against Weevils with various volatile organic compounds. (*Ibid.* n° 1313, 40 pp.)
- PRATT (F. S.), SWAIN (A. F.) et ELDRÉD (D. W.), 1933. — Study of auxiliary gases for increasing the toxicity of hydrocyanic gas. — (*Journ. Econ. Ent.*, XXVI, pp. 1031-1041.)
- RICHARDSON (C. H.) et HAAS (L. E.), 1932. — The relative toxicity of pyridine and nicotine in the gaseous conditions to *Tribolium confusum* Duv. (*Iowa State Coll. Journ. Sc.*, VI, pp. 287-298.)
- ROARK (R. C.) et COTTON (R. T.), 1928. — Fumigation tests with certain aliphatic chlorides. (*Journ. Econ. Ent.*, XXI, pp. 135-142.)
- ROARK (R. C.) et COTTON (R. T.), 1930. — Tests of various aliphatic compounds as fumigants. (*Tech. Bull. U. S. Agr. Dept.*, n° 162, pp. 52.)
- SCHAFER (G. D.), 1911. — How contact insecticides kill. (*Tech. Bull. Mich. Agr. Coll. Exp. Sta.*, n° 11.)
- STRAND (A. L.), 1927. — A comparison of the toxicity and the diffusion in a column of grain of chloropicrin, carbon disulphide and carbon tetrachloride. (*Tech. Bull. Minn. Agr. Exp. Sta.*, n° 49, pp. 59.)
- STRAND (A. L.), 1930. Measuring toxicity of insect fumigants. (*Ind. Eng. Chem. Anal.*, edit. II, pp. 4-8.)

COMPTE RENDU SOMMAIRE
DES TRAVAUX DES STATIONS ET LABORATOIRES
DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE
EN 1941 ⁽¹⁾.

I. Contrôle des produits anticryptogamiques.

Le programme pour 1941 indiquait : « Beaucoup de produits de peu de valeur sont journellement vantés aux agriculteurs qu'ils abusent; les industriels sont souvent mal renseignés sur la valeur des anticryptogamiques qu'ils voudraient fabriquer. Pour la plupart de ces questions, quelques essais très simples peuvent régler définitivement la question ».

Le travail en équipe a été réalisé avec les laboratoires reliés à la station centrale de Pathologie végétale, surtout avec la station de recherches viticoles de Montpellier et le Service créé au Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest (La Grande-Ferrade). Des essais ont aussi été exécutés par les stations viticoles ou œnologiques de Paris, Beaune, Angers, Bordeaux; comme ils ont été présentés déjà à la séance du 12 octobre d'une Commission spéciale il n'en sera pas parlé ici (voir Rapport sur les Stations agronomiques, in *Annales agronomiques*).

La question principale était le traitement du Mildiou de la Vigne; elle n'est pas nouvelle; depuis cinquante ans elle a été examinée sous presque toutes ses faces dans presque tous les pays du monde. Néanmoins des études de laboratoire très remarquables ont été effectuées à Montpellier (prof. BRANAS et ses collaborateurs); on a étudié l'action des sels minéraux d'un grand nombre de métaux; les conclusions amènent à cette constatation un peu décevante, mais d'autant plus précieuse, que l'on ne peut pas espérer trouver un métal plus actif que le cuivre; il ne reste en effet à essayer que des métaux si rares que même doués d'une action anticryptogamique considérable ils seraient inutilisables pratiquement. De ce côté la voie est barrée; il convient mainte-

⁽¹⁾ Compte rendu présenté à la séance du Comité consultatif des Recherches agronomiques du 4 décembre 1941.

nant de chercher une issue par l'examen des produits nouveaux de la chimie organique ou des substances organo-métalliques.

Les procédés destinés à diminuer la quantité de cuivre utilisée ou de remplacer ce métal ont été expérimentés à Bordeaux et à Montpellier; là encore les résultats ont été surtout une élimination. La bouillie bordelaise reste la forme la plus efficace du cuivre; si l'on est obligé d'économiser le métal on ne peut que réduire la concentration des bouillies à 1 p. 100 et au delà en leur substituant partiellement des solutions simples de sulfate de cuivre à 0,3 ou 0,4 p. 100. Ces résultats peuvent paraître insuffisants à « ceux qui veulent du nouveau n'en fût-il plus au monde ». Mais ils évitent dans une certaine mesure à la viticulture le désastre que pourrait provoquer une confiance exagérée accordée à des procédés de valeur illusoire. En fait les produits à cuivre réduits n'agissent que dans la mesure de la proportion de cuivre qu'ils contiennent.

Le service de contrôle est avant tout un service de police commerciale et il a pleinement rempli son rôle.

En dehors des essais d'ordre pratique effectués dans les champs d'expérience de Montpellier et de Bordeaux sur le traitement du Mildiou de la Vigne, des études de laboratoire ont été effectuées. En particulier, à la Station de Recherches viticoles de Montpellier, des travaux très importantes ont été faites sur la toxicité des différents métaux à l'égard du Mildiou de la Vigne; ces recherches de laboratoire ont un intérêt général au point de vue de l'action anticryptogamique des dérivés des métaux. Il a été établi que la toxicité des métaux à l'égard du Mildiou de la Vigne était une fonction périodique de leur poids atomique. Il n'est pas possible de donner un exposé détaillé de cette question qui est développée dans un travail qui sera publié ultérieurement (voir note BRANAS et BERNON).

*
* *

Des études très intéressantes sur la Carie du blé ont été poursuivies; elles ont un intérêt intrinsèque, mais de plus elles peuvent être un précieux moyen d'exploration scientifique, la carie se prêtant à l'utilisation d'un grand nombre de produits plus ou moins efficaces. Les résultats obtenus contre cette maladie ne conduisent pas à une extension directe à la lutte contre les Mildious, ce serait aller trop vite et il ne saurait en être question, les conditions de l'action des anticryptogamiques sur les deux sortes de maladies étant bien différentes, mais on peut un jour trouver, dans les études sur la carie, de précieuses directives.

De plus, en 1941, on a essayé en particulier les produits organo-mercuriques si employés dans d'autres pays et qui sont actuellement introduits en France; les essais confirment leur efficacité; la question de prix de revient reste en suspend; en dehors d'eux et à défaut de cuivre et de formol, l'acide salicylique, le Chloronaphtol, etc., pourraient rendre des services si leur fabrication était développée.

*
* *

Le traitement de l'Oïdium de la Vigne a été examiné à Montpellier et à Bordeaux; les notions déjà acquises ont été confirmées; cependant à Montpellier, l'année ayant été humide et froide, le soufre sublimé a montré la petite supériorité qu'on lui reconnaissait déjà dans les régions plus septentrionales (Voir art. BRANAS 1941.)

Dans les champs d'expériences de Bordeaux on a comparé surtout l'action contre

l'Oïdium de la Vigne des produits liquides (bouillies) et des substances en poudre (rapport Darpoux); les résultats ont montré que tous les produits employés à l'état liquide ont eu une action insuffisante et très nettement inférieure à celle du soufre sublimé qui a donné des résultats pratiques pleinement satisfaisants. La bouillie bordelaise additionnée d'un mouillant (Nekal) est parmi les liquides celui qui a eu l'action la plus grande; du reste d'une manière générale la bouillie bordelaise, sans être suffisante par elle-même, complète dans une certaine mesure l'action du soufre contre l'Oïdium. Le Permanganate de Potasse qui dans certains cas donne des résultats nets a eu cette année un effet bien inférieur.

II. Maladies de la dégénérescence de la pomme de terre.

Ces affections et les maladies à virus en général causent un affaiblissement marqué de la production agricole française. Ce sont des questions complexes puisque les virus sont souvent transmis par des insectes et provoquent des altérations considérables dans le métabolisme des substances à l'intérieur des végétaux, aussi l'équipe élémentaire de travailleurs a été élargie et des recherches coordonnées ont été entreprises avec la collaboration de chimistes, de génétistes d'entomologistes et de phytopathologistes; il n'y a pas lieu de traiter ici la question dans son ensemble. Il convient de signaler cependant que dans une question aussi confuse où beaucoup de causes ou de conséquences sont très fluctuantes; une mise au point précise des connaissances acquises était nécessaire pour établir un point de départ solide et amener une harmonie nécessaire dans les recherches des différents services. La rédaction d'un mémoire, capital pour la « mise en train », a été confiée à un entomologiste et à un phytopathologiste (MM. CAIRASCHI et LIMASSET) pourra donc être utilisé pour les recherches de 1942. Au cours de visites de contrôle en Bretagne les divers chercheurs ont pu approfondir leurs connaissances pratiques sur ces affections dont l'examen délicat exige une connaissance directe, agricole en quelque sorte, de l'évolution des virus et des variétés de pomme de terre attaquées.

III. Les avertissements agricoles.

La pratique des avertissements agricoles appartient en principe à un autre service. cependant provisoirement, les laboratoires de recherches en ont assumé la plus grande partie en 1941. Un autre rapport examine la question dans son ensemble. Il ne sera question ici que de certains laboratoires; au point de vue du Mildiou de la vigne, les avertissements agricoles sont un des meilleurs moyens d'augmenter l'efficacité des traitements cupriques. La station de recherches viticoles de Montpellier rend depuis longtemps et a rendu en 1941 de grands services dans le Midi de la France; à Montpellier on a mis en évidence l'importance de la réduction des foyers primaires; les autres stations ont fonctionné en suivant les mêmes principes. Dans ces derniers laboratoires, en 1941, soit par suite d'une affectation nouvelle, soit à cause du changement de personnel les avertissements agricoles ont constitué une innovation; c'est le cas en particulier des stations d'Avignon, d'Antibes et de Bordeaux; cette improvisation a donné les meilleurs résultats; au cours de voyages dans le Sud-Est en particulier on a pu constater que presque toujours les avertissements coïncidaient avec l'époque la meilleure pour l'action

anticryptogamique des produits. Les conditions générales actuelles, en diminuant les facilités de diffusion des informations, ont seules restreint le bénéfice que l'agriculture peut retirer de cette organisation.

Pour le Mildiou de la Pomme de terre la Station de Versailles a essayé de réorganiser le service des renseignements, grâce à des correspondants dont le nombre a été réduit par les événements; ce service fonctionnera plus régulièrement en 1942, et permettra d'établir les bases scientifiques des avertissements effectués contre le Mildiou de la Pomme de terre.

IV. Questions diverses.

D'autres maladies ont été étudiées, le plus souvent par suite de l'initiative partielle laissée aux divers services; ce fut le cas en particulier pour les stations de Versailles et d'Antibes.

La Gale noire ou Galle verruqueuse de la Pomme de terre sera traitée dans le rapport concernant la Station centrale d'Amélioration des Plantes, avec laquelle la station de pathologie végétale collabore de façon permanente (un rapport spécial est publié dans les *Annales des Epiphyties*). Des constatations importantes ont été déjà faites pour contrôler la résistance au Mildiou des variétés de Pomme de terre nouvellement introduites, en particulier de celles qui sont résistantes à la «Gale noire».

Les stations et laboratoires ont continué à faire l'inventaire des maladies nouvelles ou peu connues que l'on rencontre dans les cultures françaises; ces indications sont très importantes pour les Laboratoires de Recherches et pour le Service de la Protection des végétaux. En effet, les parasites qui envahissent les végétaux ne faisant l'objet que de cultures très limitées ont été beaucoup moins étudiés que ceux qui attaquent les cultures d'importance capitale (Vigne, Pomme de terre, Céréales, etc.); mais ces cryptogames peuvent causer des pertes très considérables et qui atteignent gravement les cultivateurs spécialisés et en particulier les horticulteurs.

A la Station d'Antibes, qui se trouve au centre d'une région très spéciale, avec des plantes horticoles extrêmement variées on a constaté le développement de nombreux champignons qu'on ne peut pas citer ici (voir Rapport et notes publiés : BARTHELET). On peut indiquer sommairement des parasites des plantes potagères (Aubergine, Tomate, Pois chiche), des arbres fruitiers (Pêcher, Figuier) et des plantes d'ornement (Anthranose des Agaves). Ainsi, il se constitue peu à peu un inventaire de plus en plus complet des ennemis des cultures, base nécessaire pour les recherches sur les méthodes de lutte et pour l'établissement des règles générales à suivre dans l'utilisation des produits anticryptogamiques.

LISTE DES PUBLICATIONS.

- ARNAUD (G.). — La Vigne et l'électricité atmosphérique. (*Annales des Epiphyties*, nouvelle série, t. VII, fasc. I, sept. 1941, p. 55-63, 3 fig., pl. I et II.)
- ARNAUD (G.). — La Vigne et l'électricité atmosphérique. (*Le Progrès agricole et viticole* 1941.)
- ARNAUD (G.). — La Gale noire ou «Galle verruqueuse» de la Pomme de terre. (*Annales des Epiphyties*, nouvelle série, tome VIII, 1942, p. 89-98, sous presse.)

- ARNAUD (G.). — Essais de traitement des maladies des Plantes en 1941. (*Annales des Epiphyties*, nouvelle série, t. VIII, 1942, p. 99, 109) (sous presse).
- BARTHELET (J.). — L'Anthracnose des Agaves. (*Annales des Epiphyties*, nouvelle série, t. VIII, 1942 p. 111 sous presse).
- PARTHELET (J.). —
(Communication à la Société de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole de France 1942.)
- BRANAS (J.). — La lutte contre le Mildiou par des mesures prophylactiques. (*Le Progrès agricole et viticole*, 58^e année, 1941, vol. II, p. 299. Voir aussi p. 309.)
- BRANAS (J.). — Les Soufres. (*Le Progrès agricole et viticole*, 58^e année, 1941, vol. II, p. 217-257 et 277.)
- BRANAS (J.). — L'Oïdium au Vignoble. (*Le Progrès agricole et viticole*, 58^e année, 1941, vol. II, p. 77.)
- BRANAS (J.), BERNON (G.), DAMIENS (P.) et NOUVEL (J.). — La toxicité des métaux pour le Mildiou. (*Le Progrès agricole et viticole*, 58^e année, 1941, vol. II, p. 199).
- BRANAS (J.), BERNON (G.) et BELLET (H.). — Toxicité des électrolytes à l'égard du Mildiou de la Vigne (note inédite).
- LIMASSET (P.) et CAIRASCHI (E. A.). — Les maladies à virus des plantes. (Monographies publiées par les Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques, p. 88, 1941.)

COMPTE RENDU SOMMAIRE

DES

TRAVAUX EFFECTUÉS DANS LES STATIONS ET LABORATOIRES

DE ZOOLOGIE AGRICOLE EN 1941.

Les Laboratoires de Zoologie agricole ont pu, en 1941, poursuivre la reprise d'activité commencée en 1940, c'est-à-dire continuer une plus grande partie des travaux généraux en cours en 1939 et aborder des problèmes importants posés par les circonstances actuelles.

Une création fondamentale pour l'avenir a été reprise à Versailles, celle d'un *Laboratoire de Faunistique agricole*. Ce Laboratoire, dont le fonctionnement a lieu avec le concours du Service de la Protection des Végétaux, se spécialise dans les travaux de détermination des insectes intéressant l'Agriculture; dans l'étude de leur distribution géographique et de leurs zones de nuisibilité; dans l'examen des rythmes et conditions des invasions de ravageurs. Il assure les déterminations rapides de tout insecte suspect et contrôle les identifications faites à un premier degré dans les Laboratoires régionaux et les Inspections phytosanitaires.

En zone non occupée, un Laboratoire de Faunistique travaillant en liaison avec le précédent est constitué auprès de la Chaire de Zoologie agricole de l'École d'Agriculture de Montpellier.

La présence du *Pou de San José* étant établie sur notre territoire, un Laboratoire de Campagne spécialisé pour l'étude de cet insecte a été organisé à Mandelieu (A.-Maritimes) dans les vergers envahis. Les travaux ont porté d'une part sur la biologie et l'écologie de l'insecte, les affinités avec les plantes cultivées ou sauvages, les intensités de multiplication sur celles-ci, et, d'autre part, sur les moyens de traitement : traitements aux huiles employées seules ou mélangées à des anticryptogamiques; traitements à l'acide cyanhydrique. Ces derniers travaux, faits en liaison étroite avec le Laboratoire de Phytopharmacie et la Station d'Agronomie d'Antibes, ont fait ressortir l'intérêt pour l'avenir des traitements cyanhydriques dont la mise au point sera longue, mais qui a beaucoup avancé grâce à des études détaillées en cours sur les doses minima mortelles pour l'insecte en différentes conditions de milieu et le délitrage des gaz sous les bâches.

Sur le *Doryphore*, les études écologiques tendant à préciser le cycle précis de l'insecte et le degré de multiplication ont pu être mises en route dans le Sud-Est (Avignon) et en Bretagne, où elles n'avaient pas encore été abordées. La Station du Sud-Ouest a maintenu les souches d'ennemis naturels étrangers introduits en France et a poursuivi l'étude des moyens permettant de constituer avec eux des colonies permanentes en plein champ.

Les recherches sur les *Tordeuses de la grappe* entreprises en 1939 dans le Sud-Est de la France par la Station de Saint-Genis-Laval (Rhône) ont été provisoirement achevées, les circonstances rendant difficile un plus grand développement. Elles ont apporté de nombreuses précisions sur le rôle pratique des agents naturels de destruction de ces Tordeuses, l'intérêt des produits à base de cryolithe pour la lutte chimique et les conditions d'application nécessaires pour réunir les traitements, celles-ci ayant un très grand rôle.

À la Station et Insectarium d'Antibes furent repris les travaux en cours sur les *ennemis des Lavandes* et les *ennemis des Arbres fruitiers* dans la vallée du Var. Une étude sur la lutte contre la *Teigne des pommes de terre* par des procédés modernes a été abordée, en raison de l'extension de l'habitat de cet insecte dans le département des Alpes-Maritimes.

La Station du Nord-Ouest à Rouen a poursuivi les travaux en cours sur les *Hannetons* les *ennemis des Peupliers*, et suivi les *insectes du Lin*, cette culture venant d'être développée. Celle du Sud-Ouest, près de Bordeaux, continua les études concernant la lutte contre les *Courtilières* et la *Cicadelle bubale* (*Ceresa bubalus*).

Les études sur les *insectes vecteurs de maladies* des pommes de terre ont été développées à la Station de Versailles, qui a organisé des enquêtes sur le terrain en Bretagne et dans des zones d'altitude dans les Pyrénées et dans le Massif Central. En même temps, des invasions de *Pucerons des Pois* en Bretagne furent étudiées.

En ce qui concerne les *Vertébrés*, le Laboratoire des Vertébrés de Versailles a commencé l'étude détaillée de la destruction des Lapins en Sologne où ces rongeurs empêchent le reboisement et la Station de Rouen, travaillant sur le problème du Rat, recherche des succédanés des farines pour les appâts raticides.

L'importance actuelle de l'*Apiculture* a amené à constituer à la Station de Saint-Genis-Laval (Rhône) une Section de Pathologie des Abeilles, analogue à celle de Pathologie du Ver à Soie, déjà existante. Cette Section reçut, pour diagnoses, de nombreux échantillons de couvain malade ou mort, qui ont relevé la fréquence des maladies bactériennes, notamment de la loque américaine, fréquence à laquelle on peut attribuer la ruine ou la sous-productivité de nombreux ruchers.

Sur le *Ver à soie*, les études courantes en cours furent poursuivies, mais avec une attention toute particulière donnée aux maladies épidémiques dont le grand développement en 1941 a beaucoup contribué aux baisses de rendement observées cette année. La conclusion de ces études est qu'un contrôle sanitaire des grainages et éducations de Vers à soie doit être développé et comprendre en plus la surveillance de la Pébrine, celle de toutes les maladies parasitaires graves dont l'épidémiologie a été nouvellement établie.

DOCUMENTATION.

SOUTHERN (H. N.). — Étude d'un peuplement chez le lapin de garenne. (A population study of Wild Rabbits.) *Quarterly Journal of the Universities Federation for Animal Welfare*, juillet 1939, n° 1, p. 4-7. (Université d'Oxford).

Cette note indique une technique nouvelle, intéressante pour l'étude écologique des vertébrés.

L'idée originale est la suivante : dans une région vive en lapins, on entoure une garenne d'une clôture percée d'un certain nombre d'ouvertures, munies de « tunnels » de sortie que l'expérimentateur peut transformer en pièges. Les lapins capturés sont numérotés, à l'une ou l'autre oreille suivant le sexe, puis rendus à la liberté dans la garenne.

Le contrôle de leur comportement se fait par des captures dans les tunnels et par des observations à la jumelle, les numéros étant lisibles à plus de 60 mètres.

Parmi ses principales constatations, l'auteur cite : la lapine, aussitôt sortie du terrier, file directement au gagnage; le mâle, au contraire, flâne autour des bouches; certains lapins ont une place favorite pour leur « bain de soleil ». Des individus s'écartent de temps à autre de leur zone habituelle de parcours et il s'ensuit des bagarres avec les occupants des territoires traversés.

Cette méthode d'observation permet d'apprécier la valeur qu'ont les caractères extérieurs vus à distance pour la détermination des sexes, de connaître l'âge auquel parviennent les différents individus, de constater que certains sujets imposent leur autorité dans la communauté, de suivre les manifestations sexuelles et d'apprendre « cent autres détails de biologie générale » sur des animaux, parmi lesquels, dit l'auteur, nous vivons, que nous nous arrogions le droit de tuer, parfois d'une façon inhumaine, et dont nous ignorons « terriblement » les faits et gestes les plus simples.

A. C.

E. R. MAC GOVRAN, C. C. CASSIL et E. L. MAYER. — Grosseur des particules du vert de Paris, en rapport avec sa toxicité et son action répulsive sur *Epilachna varivestis*. (Particle size of Paris green as related to toxicity and repellency to the Mexican bean beetle.) *J. of econ. Entom.*, 33, 525-531, 1940.

Dans les poudrages de vert de Paris sur haricot, contre le coléoptère *Epilachna varivestis*, la mortalité des insectes est d'autant plus grande, et la consommation du feuillage d'autant plus réduite que les particules de l'insecticide sont plus petites.

M. RAU.

D. W. HAMILTON. — **Résidus de traitement et succédanés de l'arséniate de plomb dans les pulvérisations contre les mouches des cerises.** (Spray residue and substitutes for lead arseniate in control of cherry fruit flies.) *J. of econ. Entom.*, 33, 447-451, 1940.

On lutte efficacement contre *Rhagoletis cingulata* et *R. fausta* par trois pulvérisations d'arséniate de plomb dont la première a lieu à la chute des pétales. Mais ces traitements laissent sur les fruits des dépôts toxiques supérieurs aux chiffres tolérés aux États-Unis : les dépôts de plomb atteignent 20 mgr. par kg. de cerises, contre 3 mgr. tolérés. On peut diminuer cet inconvénient en employant au premier traitement l'arséniate de zinc à la même dose.

La poudre de cubé et la phénothiazine ont été essayées au verger sur de grandes surfaces comme succédanés des arsénicaux. En raison de la faible persistance de ces produits, les dates des pulvérisations ont été déterminées avec précision en tenant compte des vols de chaque mouche. Les résultats obtenus ont été vérifiés avec exactitude par le comptage de toutes les cerises véreuses d'un arbre. Les deux produits réduisent fortement la pullulation des mouches, quand on effectue trois pulvérisations à la concentration de 0,2 p. 100. Les poudrages de phénothiazine à 15 p. 100 donnent des résultats presque aussi bons.

M. RAU.

J. M. GINSBURG. — **Emploi des huiles minérales à demi-raffinées pour le traitement d'été des pommiers.** (Certain semi-refined oils for Summer spraying on apple trees.) *J. of econ. Entom.*, 33, 332-336, 1940.

Les pommiers en cours de végétation supportent des bouillies contenant 0,7 p. 100 d'huiles de paraffine semi-raffinées ayant un coefficient de sulfonation de 83 et un indice de viscosité de 90 à 100. De telles huiles coûtent moitié moins que les huiles de paraffine raffinées et ne présentent pas plus de danger pour la végétation. On peut les mélanger aux bouillies à l'arséniate de plomb et aux solutions nicotinéées.

M. RAU.

J. M. GINSBURG. — **Remplacement de l'acide crésylique par l'huile de goudron pour le traitement des pommiers en fin d'hiver.** (Replacing cresylic acid with tar oil in the delayed dormant spray on apple trees.) *J. of econ. Entom.*, 33, 440-443, 1940.

Le meilleur procédé de destruction des œufs de pucerons sur pommiers consiste en traitements d'hiver comportant 3 p. 100 d'huile de pétrole et 2,5 p. 100 d'huile de goudron. Cependant certains horticulteurs préfèrent pratiquer un traitement de fin d'hiver (juste avant le départ de la végétation) au moyen d'une émulsion à 3 p. 100 d'huile de pétrole et 0,5 p. 100 d'acide crésylique.

Des travaux récents montrent que l'huile de goudron peut être utilisée pour ces traitements tardifs en remplacement de l'acide crésylique; elle a l'avantage d'être beaucoup plus économique et plus facile à émulsionner. La concentration optima paraît être de 0,66 p. 100 : elle atteint toutes les espèces de pucerons et ne peut causer aucun dégât aux boutons à fleurs. Une concentration de 1 p. 100 devient dangereuse. Cette addition d'huile de goudron ne gêne pas l'action de l'huile de pétrole sur les œufs de *Paratetranychus pilosus*.

M. RAU.

G. V. JOHNSON et F. S. SMITH. — **La lutte contre le Thrips du glaieul en pleins champs.** (Field control of the gladiolus thrips.) *J. of econ. Entom.*, 33, 490-493, 1940.

Le traitement le plus actif contre le Thrips du glaieul consiste à pulvériser de l'émétique (tartrate double d'antimoine et de potasse). La formule préconisée contient 200 gr. d'émétique et 400 gr. de sucre roux pour 100 litres d'eau.

M. RAU.

J.-M. GRAYSON. — La lutte contre le Tétranyque d'Europe, en particulier par les traitements d'hiver au dinitroorthocyclohexylphénol. (Control of the european red mite with special reference to dinitro. o. cyclohexylphénol in dormant spray.) *J. of econ. Entom.*, 33, 385-389, 1940.

L'action ovicide des huiles de pétrole cuvers *Paratetranychus pilosus* est augmentée par l'addition de dinitrocyclohexylphénol. Par l'emploi de 45 gr. du produit par hectolitre, la concentration en huile peut être réduite de 3 à 2 p. 100. Le phénol employé seul n'est pas ovicide.

Les traitements les plus efficaces sont réalisés en mars-avril. On peut obtenir également de bons résultats en juin, en pulvérisant une huile d'été à 1,25 p. 100.

M. RAU.

B. B. LEPPER. — L'éther dichloroéthylque contre les larves de Taupin. (*Dichloroethyl-ether for wireworm control.*) *J. of econ. Entom.*, 33, 280-282, 1940.

Les larves de Taupins qui attaquent les racines des plantes sont combattues par des arrosages du sol au moyen de l'éther dichloroéthylque. A la dose de 1 cm³ du produit par litre, on obtient 98 à 100 p. 100 de mortalité. La quantité d'eau peut être réduite de moitié sans inconvénient, mais le produit ne peut s'employer pur : il n'agit bien qu'en solution ou en émulsion. D'autres insectes sont tués par ce traitement.

La plupart des légumes, notamment les choux et les betteraves, supportent des doses beaucoup plus fortes d'éther dichloroéthylque; les tomates et les concombres sont plus sensibles.

M. RAU.

C. C. HAMILTON. — Fumigations au bromure de méthyle contre les larves du hanneton oriental qui attaquent les plants d'azalée. (Methyl bromide fumigation for control of Asiatic beetle grubs attacking azalea plants.) *J. of econ. Entom.*, 33, 486-490, 1940.

Contre les larves d'*Anomala orientalis*, qui attaquent les racines d'azalée, le bromure de méthyle a été essayé suivant trois techniques : fumigation sous cloche; injection dans le sol du bromure dilué de cinq fois son volume d'alcool (10 à 20 cm³ de matière active par m²); arrosage du sol avec la même solution. La fumigation sous cloche, à la dose de 10 cm³ de bromure par m² de culture n'est pas dangereuse pour les plantes, quand la température du sol est comprise entre 10 et 20°; elle donne des résultats complets, mais est d'une application délicate. La seconde méthode, efficace aussi, est plus nocive pour les plantes, surtout quand la température dépasse 20°. La méthode par arrosage assure une forte mortalité à la dose de 10 cm³ de bromure par m²; elle peut causer quelques dégâts, quand la terre est humide et riche en matière organique.

En serre, on peut détruire les insectes dans le sol, avant plantation, par la chloropicrine (20 cm³ au m²), le sulfure de carbone (200 gr. au m²) et le bromure de méthyle. Les délais de plantation sont de dix jours pour le sulfure de carbone, deux à trois semaines pour la chloropicrine, et deux à trois jours seulement pour le bromure.

M. RAU.

F. L. GAMBRELL. — Insecticides roténonés contre la Galéruque de l'orme, *Galerucella xanthomelaena*. (Rotenone bearing insecticides for the control of the elm leaf beetle *G. xanthomelaena* Schrank.) *J. of econ. Entom.*, 33, 265-269, 1940.

Dans la région ouest de l'État de New-York, la Galéruque constitue une grave menace pour les ormes. On lutte avec succès contre cet insecte au moyen de bouillies contenant, par hectolitre, 400 gr. de poudre de cubé ou 600 gr. d'arséniate de plomb; l'application doit être faite au moment où la moitié des larves sont écloses. Sans être destiné à remplacer l'arséniate de plomb dans tous les cas, la roténone peut lui être préférable dans

certaines conditions. Son principal avantage, en dehors de la question de moindre toxicité, est de tuer les insectes beaucoup plus rapidement.

On n'a pas constaté de différence d'action entre le derris normal et le derris stabilisé, sauf peut-être dans l'action sur les œufs.

M. RAU.

P. BOVIEN et C. STAPEL. — **Recherches sur l'emploi du derris et des produits roténonés contre les parasites.** (Om Derris og nogle Forsøg med Derrispraeparater til Bekaempelse af Skadedyr.) *Tidsskrift for planteavl*, 45, 38-83, 1940 (en danois, résumé anglais).

De nombreux essais de poudrages ou de pulvérisations roténonés ont été réalisés contre une série d'insectes : vers cordonniers, ver du framboisier, larves de piérides, altises, pucerons. Parmi les produits commerciaux, il y a une relation évidente entre la teneur en roténone et l'action insecticide, mais le rapport n'est pas rigoureux. Économiquement, les poudres les meilleures sont celles qui titrent de 0,8 à 2 p. 100 de roténone. La température optima pour les traitements est voisine de 20°; aux basses températures, l'action est plus lente et il faut utiliser plus de produit.

La poudre de derris fine peut servir en traitement liquide après mise en suspension dans l'eau. Ces pulvérisations sont tantôt aussi efficaces que les poudrages, tantôt moins actives. Les résultats des traitements roténonés ne sont pas également bons sur tous les insectes. Ainsi, contre les pucerons, les pulvérisations sont médiocres, et les poudrages inefficaces.

M. RAU.

BOVIEN (P.) et STAPEL (C.). — **Essais de lutte contre l'Hoplocampe (*Hoplocampa fulvicornis*).** [Forsøg med Bekaempelse af Blommehvepsen (*H. fulvicornis*)]. *Tidsskrift for Planteavl*, 44, 700-300, 1940 [en danois, résumé anglais].

La larve de l'Hoplocampe cause de graves dégâts aux pruniers, en Danemark. Les meilleurs procédés de lutte sont les pulvérisations de quassia, plus efficaces que celles qui utilisent l'arséniate de plomb, la nicotine, la cryolithe ou le derris. Un seul traitement à l'aide d'une décoction de 0,5 à 1 p. 100 de quassia, avec 0,5 p. 100 de savon, suffit à ramener le nombre des fruits véreux à 5 p. 100 au maximum, contre 75 p. 100 pour les témoins. L'application doit être faite entre la pleine floraison et la chute des pétales, de petites variations dans la date de la pulvérisation sont sans importance. Des essais utilisant la quassine pure, ou des produits commerciaux à base de quassia, ont donné de bons résultats. Les marcs de quassia déjà extraits une fois peuvent être utilisés à nouveau. Ces liquides sont compatibles avec les bouillies sulfo-calciques.

L'arséniate de plomb, avec ou sans nicotine, donne des résultats assez bons, mais peut causer des brûlures. Les pulvérisations nicotinées et roténonées ont un effet beaucoup moindre et moins régulier. La cryolithe est tout à fait inférieure.

M. RAU.

WALKER (H. G.) et ANDERSON (L. D.). — **Lutte contre un insecte de l'épinard et de la betterave, *Hymenia fascialis*.** (Control of the Hawaiian beet webworm.) *J. of econ. Entom.*, 33, 272-275, 1940.

L'arséniate de chaux et la roténone ne donnent pas de résultats. On a par contre obtenu une très forte destruction des insectes avec une poudre commerciale à base d'extract de pyrèthre et contenant 2 p. 100 de pyrèthrine : au moment de l'emploi, on la dilue dans dix fois son poids de matière inerte et on utilise par hectare 35 à 45 kilogrammes du mélange. L'application doit être faite sur des plantes bien sèches.

M. RAU.

GOODRUE (L. D.) et SULLIVAN (W. N.). — **Toxicité envers la mouche domestique des fumées de derris et de pyrèthre** (Toxicities to the housefly of smoke from derris and pyrethrum.) *J. of econ. Entom.*, 53, 329-332, 1940.

On a expérimenté sur des mouches, par la méthode de Peet-Grady, la fumée résultant de la combustion du mélange suivant : 50 p. 100 de poudre de derris ou de pyrèthre, 30 p. 100 de balle de maïs, 20 p. 100 de nitrate de soude. Cette fumée est toxique pour les mouches ; le derris employé de cette façon est dix fois plus actif que le pyrèthre. Une heure après la fumigation, on retrouve encore de la roténone dans l'atmosphère. De telles fumigations détruisent les pucerons, mais pas les blattes.

Cette technique montre que des substances non volatiles et décomposables peuvent être dispersées dans l'atmosphère par la chaleur.

M. RAU.

RICHARDSON (H. H.). — **Toxicité gazeuse des mélanges de nicotine et de naphthaline** (Toxicity studies of mixtures of nicotine and naphthalene as fumigant.) *J. of econ. Entom.*, 33, 368-372, 1940.

Des mélanges gazeux ont été essayés en serre sur le Puceron *Mysus persicae* et la Mouche *Trialeurodes vaporariorum*. Contre le Puceron, la naphthaline est peu active ; la dose de 560 milligrammes par mètre cube pendant une demi-heure n'est pas mortelle ; la dose de 160 milligrammes n'augmente pas l'action des atmosphères nicotinées toxiques (8 mg. 4 par mètre cube). Contre la Mouche, la nicotine renforce nettement l'action de la naphthaline. L'état hygrométrique de l'air a peu d'influence sur la mortalité.

M. RAU.

SCHWARDT (H. H.) et LINCOLN (C. G.). — **Fumigation du sol contre un Coléoptère de la luzerne** (Soil fumigation for control of the alfalfa snout beetle.) *J. of econ. Entom.*, 33, 460-462, 1940.

Un nouveau ravageur de cultures, *Brachyrhinus ligustici*, attaque de grandes surfaces de luzerne dans l'État de New-York. Son éradication est possible par traitement gazeux du sol ; parmi une série de produits expérimentés, seul le sulfure de carbone a donné des résultats satisfaisants. Le liquide injecté à 20 centimètres de profondeur tous les quarante centimètres, à raison de 3.500 kilogrammes par hectare, assure une destruction totale des insectes. La dose pourrait probablement être réduite à 2.500 kilogrammes.

M. RAU.

DECOUX (L.) et ROLAND (G.). — **Contribution à l'étude des pucerons attaquant la betterave et l'épinard**. *Public. de l'Inst. belge pour l'amél. de la betterave*, 8, 339-379, 1940.

Parmi les pucerons nuisibles à la betterave et à l'épinard, les plus importants, en Belgique, sont *Aphis fabae*, très voisin d'*A. rumicis* avec lequel il est souvent confondu, et *Myzus persicae* ; le Puceron vert du pêcher. Ces insectes agissent notamment en transmettant les maladies à virus.

Les moyens de lutte sont de plusieurs ordres : culturaux, biologiques, génétiques et chimiques. Parmi ces derniers, nous citerons les traitements sur les plantes en cours de végétation par la nicotine, l'eau savonneuse, les pulvérisations roténonées et pyréthrinées, les huiles végétales, les bouillies à base de quassia, d'hellébore, d'absinthe, de marrons d'Inde, de feuilles de noyer. En serre, on fait agir les fumigations nicotinées. Les œufs d'hiver peuvent être attaqués par les huiles de goudron.

Ce travail comporte une importante bibliographie.

M. RAU.

CHANDLER (S. C.). — **La lutte contre le Charançon du prunier dans l'Illinois.** (Control of plum curculio on peach in Illinois.) *J. of econ. Entom.*, 33, 451-453., 1940.

En Illinois, le Charançon *Conotrachelus nenuphar* cause des dégâts aux pêcheurs. On le combat efficacement par des pulvérisations ou des poudrages à l'arséniate de plomb, mais le feuillage du pêcher est assez sensible à ces traitements. A ce point de vue, l'application de poudres contenant 10 p. 100 d'arséniate de plomb et 5 p. 100 d'huile donne des résultats les plus favorables et assure pratiquement la même protection que les pulvérisations à 0,3 p. 100 d'arséniate. La cryolithe est insuffisamment efficace et peut causer des brûlures.

Des captures d'insectes montrent que le Charançon est beaucoup plus abondant en bordure des vergers qu'à l'intérieur. Le programme de traitement le plus favorable, au point de vue de la destruction de l'insecte et de la préservation du feuillage consiste à faire un minimum de poudrages sur l'ensemble des vergers, avec des traitements supplémentaires sur les lisières.

M. RAU.

SIEGLERS (E. H.). — **Essai au laboratoire de produits attractifs pour les larves de Carpocapse.** (Laboratory studies of codling moth larval attractants.) *J. of econ. Entom.*, 33, 340-345, 1940.

Des recherches ont été entreprises afin d'augmenter l'efficacité des insecticides par l'addition de matières attractives. Celles-ci sont particulièrement utiles en raison de la répulsion naturelle des larves de Carpocapse envers les matières toxiques déposées sur les fruits. Au point de vue économique, le meilleur produit est le sucre roux. Il augmente beaucoup l'action des traitements à l'arséniate de chaux, à la nicotine-bentonite et à la phénothiazine. Il diminue les brûlures du vert de Paris. Mais il reste sans effet sur les traitements à la roténone et au pyrèthre.

Le sorbitol (alcool hexahydrique) est très actif avec l'arséniate de chaux. D'autres produits bien attractifs sont à citer : le saccharose, le sirop de maïs, le fructose, la glycérine, l'acide malique. Le miel, le dextróse, le galactose agissent moins. La mélasse donne de bons résultats avec la phénothiazine et la nicotine-bentonite. L'addition d'huile aux bouillies arsénicales ne gêne pas l'action du sucre roux.

Le pourcentage des fruits piqués est diminué par l'addition d'une matière attractive. C'est une indication que, dans ce cas, un plus grand pourcentage de larves ont absorbé la dose toxique avant d'attaquer le fruit. On ne sait pas exactement ce qui rend certaines substances attractives, mais on a de fortes raisons de penser que les produits qui nous paraissent sucrés présentent aussi un goût agréable pour les jeunes larves de Carpocapse.

M. RAU.

CUTRIGHT (C. R.). — **Méthode d'essai des produits contre les pucerons du pommier.** (Technique in control experiments with apple aphids.) *J. of econ. Entom.*, 33, 443-445, 1940.

On ne saurait exagérer l'importance de la méthode d'essai dans l'obtention de données précises sur l'action des antiparasitaires. Une bonne technique biologique doit d'abord être en harmonie avec les conditions naturelles; elle doit être simple, débarrassée de toutes les complications inutiles nécessitant un travail supplémentaire.

La méthode proposée pour l'expérimentation sur les pucerons du pommier considère spécialement l'action ovicide des produits. Des rameaux portant les œufs sont coupés sur une longueur de 6 à 10 centimètres et sont piqués dans des plaques de carton. Les œufs sont comptés au laboratoire sur chaque rameau qui reçoit rapidement la pulvérisation. Les rameaux replacés en plein air sont entourés d'une bande de glu. Quand les pucerons éclosent, ils se prennent dans la glu et il est facile de les compter au bino-culaire.

Une méthode analogue utilise les pucerons adultes. Les rameaux, coupés et conservés

dans l'eau, reçoivent la pulvérisation. On compte les morts au laboratoire. Cette technique peut être employée dans les essais sur cultures.

M. RAU.

LIVINGSTONE (E. M.), EASTER (S. S.) et SWANK (G. R.). — Les solutions aqueuses de bromure de méthyle contre *Pantomorus leucolema* et *P. peregrinus*. (Methyl bromide in aqueous solution to control *P. leucolema* et *P. peregrinus*.) *J. of econ. Entom.*, 33, 531-533, 1940.

Les larves de ces coléoptères infestent le sol de certaines pépinières. On assure leur destruction par l'emploi de solutions aqueuses contenant 0,3 p. 100 de bromure de méthyle et 0,6 p. 100 d'alcool éthylique. La quantité à employer est de 18 litres par mètre carré. Les plantes d'ornement ne souffrent pas de ce traitement.

M. RAU.

FAHEY (J. E.) et RUSK (H. W.). — Effet des intempéries et du grossissement des fruits sur les quantités d'insecticides déposées à la surfaces des pommes, dans l'Indiana du Sud. (Effect of fruit growth and weather on deposits of insecticides on apples in southern Indiana.) *J. of econ. Entom.*, 33, 505-511, 1940.

Les A. ont étudié la variation des dépôts d'insecticides sur les pommes, en fonction du grossissement des fruits et des intempéries. Trois produits étaient spécialement considérés : arséniate de plomb, nicotine, phénothiazine. Les prélèvements de fruits étaient effectués de façon à donner des échantillons aussi comparables que possible. Si l'on calcule la surface des pommes en les considérant comme des sphères d'égale densité, on ne commet qu'une erreur de 3 p. 100; cette surface est égale à :

$$4,84 \left(\sqrt[3]{\text{poids} \times 1,2} \right)^2$$

Le grossissement des pommes dépend de la variété, mais assez peu des conditions extérieures. L'arséniate de plomb est le produit le moins sensible aux intempéries; on retrouve à la récolte 50 à 75 p. 100 des quantités apportées par les différents traitements. La nicotine stabilisée persiste plus que la phénothiazine. On en retrouve à la récolte de 8 à 32 p. 100, suivant le délai depuis lequel a été fait le dernier traitement.

M. RAU.

TABLE DES MATIÈRES.

MÉMOIRES ORIGINAUX.

	Pages.
ARNAUD (G.). — La «Gale Noire» ou «Galle verruqueuse» de la Pomme de terre...	89
ARNAUD (G.). — Essais de traitements des maladies des plantes en 1941.....	99
BARTHELET (J.). — L'Anthracnose des Agaves.....	111
BERGER (G.). — Une Bactériose de la Tomate.....	177
CHAPPELLIER (A.) et RAUCOURT (M.). — Les rapports entre les traitements arsenicaux antidyphoriques et le gibier.....	1
KUHNHOLTZ-LORDAT. — Notes de Pathologie végétale.....	61
LE GOUPILS (P.). — Les méthodes statistiques dans l'Expérimentation.....	189
LEPESME (P.). — Contribution à l'étude de <i>Volumnus Obscurus</i> (Popp) (Hemiptera Capsidae)	57
LEPESME et MARIE (P.). — Un appareil simple pour l'étude entomotoxilogique des gaz	211
PAILLOT (A.). — La Lutte contre la Cochyliis et l'Eudémis de la Vigne.....	121
Recherches effectuées en Pathologie végétale en 1941.....	219
Recherches effectuées en zoologie agricole en 1941.....	225

TABLE PAR NOMS D'AUTEUR.

	Pages.		Pages.
Arnaud (G.)	89	CHANDLER (S. C.).....	232
Arnaud (G.)	99	CHAPPELLIER (A.) et RAUCOURT (M.)...	1
Barthelet (J.).....	111	CUTRIGHT (C. R.).....	232
Berger (G.).....	177		
BOVIEN (P.) et STAPEL (C.).....	230	DÉCOUX (L.) et ROLAND (G.).....	231
BOVIEN (P.) et STAPEL (C.).....	230	DUPRENOY (J.).....	84

FAHEY (J.-E.) et RUSK (H. W.).....	233	LEPPER (B. B.).....	229
GAMBRELL (F. L.).....	229	LIVINGSTONE (E. M.), Easter (S. S.) et SWANK (G. R.).....	233
GINSBURGH (J. M.).....	228	Mc GOVGRAN (E. R.), CASSIL (C. C.) et MAYER (E. L.).....	227
GOODHUE (L. D.) et SULLIVAN (W. M.)..	231	MANIL (P.).....	86
GRATIA (A.) et MANIL (P.).....	86	MANIL (P.).....	87
GRAYSON (J. M.).....	229	MANIL (P.) et GRATIA (A.).....	85
HAMILTON (C. C.).....	229	MANIL (P.) et DRICOT (C.).....	85
HAMILTON (D. W.).....	228	Paillot (A.).....	121
JOHNSON (G. V.) et SMITH (F. S.).....	228	RICHARDSON (H. H.).....	231
Kuhnholz-Lordat.....	61	SCHWARDT (H. H.) et LINCOLN (C. G.)...	231
KAUSCHE (G. A.).....	83	SIEGLERS (E. H.).....	232
KOHLER (E.).....	83	SOUTHERN (H. N.).....	227
KÖHLER (E.).....	84	WALKER (H. G.) et ANDERSON (L. D.)...	230
Le Goupils (P.).....	189		
Lepesme (P.).....	47		
Lepesme (P.) et Marie (A.) ...	211		

TABLE MÉTHODIQUE.

Pathologie végétale.

Cultures industrielles.

DUIRENOY (J.). — La production d'hybrides de pommes de terre résistants aux maladies à virus aux États-Unis.....	84
KOHLER (E.). — La détection des virus chez la Pomme de terre.....	83
KOHLER (E.). — La Jaunisse, redoutable maladie à virus de la Betterave à sucre et de la Bette.....	84
MANIL (P.). — Une forme nécrosante de la Mosaïque du Tabac.....	86
MANIL (P.) et DRICOT (C.). — Relations entre le nombre de lésions et la concentration du virus infectant dans le cas de la Mosaïque du Tabac sur <i>Nicotiana glutinosa</i>	85
MANIL (P.) et GRATIA (A.). — Transmission du virus de la Mosaïque ordinaire du Tabac à l'Orobanche, plante parasite dépourvue de chlorophylla.....	85
GRATIA (A.) et MANIL (P.). — Recherches sur les virus des plantes.....	86
KAUSCHE (G. A.). — Caractères et technique de l'ultramicroscopie pour les recherches sur les virus et leur structure.....	83
MANIL (P.). — A propos de la classification des virus phytopathogènes.....	87

Zoologie agricole.

Vertébrés.

SOUTHERN (H. N.). — Étude d'un peuplement chez le Lain de Garenne.....	227
--	-----

Généralités.

X. — Maladies des Plantes et Insectes nuisibles au Danemark	81
---	----

Défense des cultures.

Arbres fruitiers.

BOVIEN (P.) et STAPEL (C.). — Recherches sur l'emploi du derris et des produits roténonés contre les parasites	230
BOVIEN (P.) et STAPEL (C.). — Essais de lutte contre l'Hoplocampe (<i>Hoplocampus fulvicornus</i>)	230
CHANDLER (S. C.). — La lutte contre le Charançon du prunier dans l'Illinois	232
CUTRIGHT (C. R.). — Méthode d'essai des produits contre les pucerons du pommier	232
FAHEY (J. E.) et RUS (H. W.). — Effet des intempéries et du grossissement des fruits sur les quantités d'insecticides déposées à la surface des pommes dans l'Indiana du Sud	232
GINSBURG (J. M.). — Emploi des huiles minérales à demi raffinées pour le traitement d'été des pommiers	228
GINSBURG (J. M.). — Remplacement de l'acide crésylique par l'huile de goudron pour le traitement des pommiers en fin d'hiver	228
HAMILTON (D. W.). — Résidus de traitement et succédanés de l'arséniate de plomb dans les pulvérisations contre les mouches des cerises	228
SIEGLERS (E. H.). — Essai au laboratoire de produits attractifs pour les larves de Carpocapse	232

Cultures maraîchères.

DECOUX (L.) et ROLAND (G.). — Contribution à l'étude des pucerons attaquant la betterave et l'épinard	231
LEPPER (B. B.). — L'éther dichloroéthylique contre les larves de Taupin	229
Mc GOVRAN (E. R.), CASSIL (S. C.) et MAYER (E. L.). — Grosseur des particules du vert de Paris, en rapport avec sa toxicité et son action répulsive sur <i>Epilachna varivestis</i>	227
WALKER (H. G.) et ANDERSON (L. D.). — Lutte contre un insecte de l'Épinard et de la Betterave, <i>Hymenia fascialis</i>	230

Cultures fourragères.

SCHWARDT (H. H.) et LINCOLN (C. G.). — Fumigation du sol contre un Coléoptère de la luzerne	231
---	-----

Divers.

GAMBRELL (F. L.). — Insecticides roténonés contre la Galéruque de l'Orme. (<i>Galarucella xanthomeleana</i>)	229
GOODRUE (L. D.) et SULLIVAN (W. N.). — Toxicité envers la mouche domestique des fumées de derris et de pyrèthre	231

- GRAYSON (J. M.). — La lutte contre le Tétranyque d'Europe en particulier par les traitements d'hiver au dinitroorthocycloxyphénol..... 229
- HAMILTON (C. C.). — Fumigations au bromure de méthyle contre les larves du Hanne-ton oriental qui attaquent les plants d'Azalées 229
- JOHNSON (G. V.) et SMITH (F. S.). — La lutte contre le Thrips du glaieul en plein champs. 228
- LIVINGSTONE (E. M.), EASTFR (S. S.) et SWANK (G. R.). — Les solutions aqueuses de bromu-re de méthyle contre *Pantomorus leucolema* et *P. peregrinus*..... 233
- RICHARDSON (H. H.). — Toxicité gazeuse des mélanges de nicotine et de naphthaline ... 231

BIBLIOGRAPHIE.

AUBERT (G.). — Les sols de la France d'Outre-Mer.

ÉTAT FRANÇAIS

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DES RECHERCHES

ANNALES DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES



1942

RÉDACTION :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES

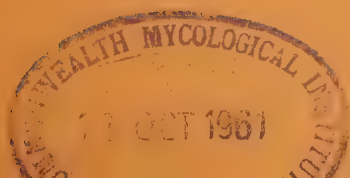
SERVICE DE DOCUMENTATION

Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.)

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1942



ANNALES DES ÉPIPHYTIES.

DIRECTION SCIENTIFIQUE :

E. SCHRIBAU, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique ;
Ét. FOËX, directeur honoraire de la Station centrale de Pathologie végétale ;
G. ARNAUD, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale ;
Ch. CRÉPIN, directeur de la Station centrale d'amélioration des plantes ;
B. TROUVELOT, directeur de la Station centrale de Zoologie agricole ;
M. RAUCOURT, directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

SOMMAIRE.

	Pages
CHAPPELLIER A. et RAUCOURT M. — Les rapports entre les traitements arsenicaux antido- ryphorique et le gibier.....	1
LEPESME P. — Contribution à l'étude de <i>Volumnus Obscurus</i> Popp. (<i>Hemiptera Capsidae</i>), Agent de la « coulure » des fleurs de caféier en Afrique centrale.....	47
KUHNHOLTZ-LORDAT. — Notes de Pathologie végétale.....	61
DOCUMENTATION.....	81

Secrétariat de la Rédaction et Service de Documentation :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES À VERSAILLES.

ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :			
France et colonies.	Étranger. Tarif postal réduit.	Kilogrammes.	
PRIX EN FRANCS.			

Tome I (1934-1935) en un volume; II à V inclus (1936 à 1939), en 4 fascicules.....	140	150	160
Fascicule trimestriel des tomes II à V.....	40	45	48
Tome VI (1940).....	160	170	180
Fascicule du tome VI.....	50	55	58

ANNALES DES ÉPIPHYTIES : 19 tomes de 1913 à 1934 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1932 à 1934. Épuisés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX.

a. Par tome annuel.....	80	85	90
b. Par fascicule (6 par an).....	15	18	20

ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE :

Tome I (1938).....	50	53	57
Tome II (1939).....	60	63	67
Tome III (1940).....	50	53	57

RAPPORT sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques :

PAR TOME ANNUEL : 1924 à 1935 inclus (1938 épuisé).....	30	35	40
---	----	----	----

MONOGRAPHIES :

1° La lutte contre le rat musqué, par M. CARPILLIER (1933).....	14	16	18
2° Le fumier artificiel et ses applications, par MM. DEMOLON, BERGEVIN, MANGEL, GESSLIN et SENEY (1935).....	Épuisé.		
3° Les maladies de la pomme de terre, par DUCOMET, FOIX et ALA-BOUYERTE (1935).....	20	22	25
Essai de classification des blés tendres cultivés en France, par P. JONARD (1936).....	25	27	30
La pomme de terre : caractères et description des variétés, par R. DIEHL (1938).....	60	66	70
6° Etude physico-chimique de la stabilité structurale des terres, par S. HENIN (1938).....	20	22	25
7° Etude sur les Tachinaires, par L. MESNIL (1939).....	15	18	20
8° L'Institut de Recherches Phytogénétiques de Svalof, par R. MAYER, (1939).....	20	23	25
9° Les sols de la France d'outre-mer, par G. AUBERT (1941).....	35		
10° Les maladies à virus des plantes, par P. L. LIMASSANT et A. CAIRASCHI (1941).....	30		

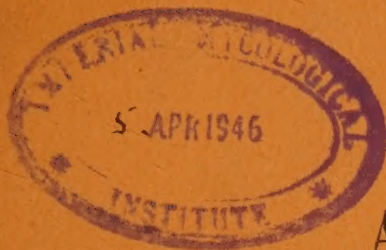
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

ÉTAT FRANÇAIS

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU RAVITAILLEMENT

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT ET DES RECHERCHES



ANNALES DES ÉPIPHYTIES

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES



1942

RÉDACTION :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES

SERVICE DE DOCUMENTATION

Route de Saint-Cyr, Versailles (S.-et-O.)

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1942

ANNALES DES ÉPIPHYTIES.

DIRECTION SCIENTIFIQUE :

E. SCHRIBAU, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique;
Ét. FOËX, directeur honoraire de la Station centrale de Pathologie végétale;
G. ARNAUD, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale;
Ch. CRÉPIN, directeur de la Station centrale d'amélioration des plantes;
B. TROUVELOT, directeur de la Station centrale de Zoologie agricole;
M. RAUCOURT, directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.

SOMMAIRE.

	Pages
G. ARNAUD. — La «Gale noire» ou «Galle verruqueuse» de la pomme de terre.	89
G. ARNAUD. — Essais de traitement des maladies des plantes en 1941.	99
J. BARTHELET. — L'Anthracnose des Agaves.	111
A. PAILLOT. — La lutte contre la Cochyliis et l'Eudemis de la vigne.	121
G. BERGER. — Une bactériose de la tomate nouvellement observée au Maroc.	177
P. LE GOUPILS. — Les méthodes statistiques dans l'expérimentation.	189
P. LEPESME et A. MARIE. — Un appareil simple pour l'étude entomotoxilogique des gaz.	211
COMPTE RENDU SOMMAIRE des stations et laboratoires de pathologie végétale en 1941.	219
COMPTE RENDU SOMMAIRE des stations et laboratoires de zoologie agricole en 1941.	225
DOCUMENTATION.	227
TABLE DES MATIÈRES.	235

Secrétariat de la Rédaction et Service de Documentation :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES A VERSAILLES.

PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE.

27, rue de la Convention, à PARIS (xv*).

Les prix ci-après s'entendent franco de port et d'emballage.

	PRIX EN FRANCS.		
	France et colonies.	Étranger. Tarif postal réduit.	Étranger.
ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :			
TOME I (1934-1935) en un volume; II à V inclus (1936 à 1939), en 4 fascicules.....	140	150	160
FASCICULE TRIMESTRIEL des tomes II à V.....	40	45	48
TOME VI (1940).....	160	170	180
FASCICULE du tome VI.....	50	55	58
ANNALES DES ÉPIPHYTIES : 19 tomes de 1913 à 1934 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1932 à 1934. Épu- isés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX.			
a. Par tome annuel.....	80	85	90
b. Par fascicule (6 par an).....	15	18	20
ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE :			
TOME I (1938).....	50	53	57
TOME II (1939).....	60	63	67
TOME III (1940).....	50	53	57
RAPPORT sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques :			
PAR TOME ANNUEL : 1924 à 1935 inclus (1928 épuisé).....	30	35	40
MONOGRAPHIES :			
1° <i>La lutte contre le rat musqué</i> , par M. CHAPPELLIER (1933).....	14	16	18
2° <i>Le fumier artificiel et ses applications</i> , par MM. DEMOLON, BUR- GEVIN, MARCEL, GESLIN et SERVY (1935).....		Épuisé.	
3° <i>Les maladies de la pomme de terre</i> , par DUCOMET, FORX et ALA- BOUVETTE (1935).....	20	22	25
<i>Essai de classification des blés tendres cultivés en France</i> , par P. JONARD (1936).....	25	27	30
<i>La pomme de terre : caractères et description des variétés</i> , par R. DIEHL (1938).....	60	66	70
6° <i>Etude physico-chimique de la stabilité structurale des terres</i> , par S. HÉNIN (1938).....	20	22	25
7° <i>Etude sur les Tachinaires</i> , par L. MESNIL (1939).....	15	18	20
8° <i>L'Institut de Recherches Phytogénétiques de Svalöf</i> , par R. MAYER, (1939).....	20	23	25
9° <i>Les sols de la France d'outre-mer</i> , par G. AUBERT (1941).....	35		
10° <i>Les maladies à virus des plantes</i> , par P. L. LIMASSET et A. CAIRASCHI (1941).....	30		

